

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA REGIONÁLNÍ A ENVIROMENTÁLNÍ EKONOMIKY

Energetická politika Německa

German energy policy

Student: Václav Kopin

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Ivan Šotkovský, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra regionální a environmentální ekonomiky

Zadání bakalářské práce

Student:

Václav Kopin

Studijní program:

B6202 Hospodářská politika a správa

Studijní obor:

6202R040 Regionální rozvoj

Téma:

Energetická politika Německa
German Energy Policy

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Světová výroba a spotřeba elektřiny
 3. Současná energetická koncepce Německa
 4. Prognóza energetické spotřeby
 - 5 Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

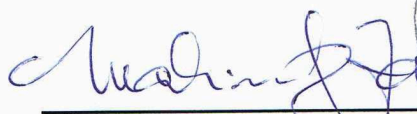
- HOBZA, Alexandr. *Evropská unie a hospodářské reformy*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2009. 352 s. ISBN 978-80-7400-122-2.
- MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika: se zaměřením na obnovitelné zdroje*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2009. 204 s. ISBN 978-80-7400-112-3.
- TIETENBERG, Tom a Lynne LEWIS. *Environmental and natural resource economics*. 8th edition. Boston: Pearson Education, Inc., 2009. 640 s. ISBN 978-0-321-48571-7.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

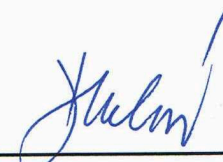
Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Ivan Šotkovský, Ph.D.**

Datum zadání: 25.11.2011

Datum odevzdání: 11.05.2012


Ing. Jan Malinovský, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracoval samostatně.“

V Ostravě dne 11. května 2012

.....

Václav Kopin

Obsah

1	Úvod	4
2	Světová výroba a spotřeba elektřiny	6
2.1	Základní pojmy	6
2.1.1	Energie	6
2.1.2	Elektrická energie	8
2.2	Zdroje k výrobě elektřiny	8
2.3	Technologie výroby elektřiny	10
2.4	Světová výroba a spotřeba elektřiny	14
3	Současná energetická koncepce Německa	22
3.1	Výroba elektřiny	23
3.1.1	Zdroje výroby elektřiny	25
3.2	Spotřeba elektřiny	31
3.3	Import a export elektřiny	33
4	Prognóza energetické spotřeby	36
4.1	Evropa 2020	36
4.2	Německý přechod k nízkouhlíkové energetice	39
5	Závěr	44
	Seznam použité literatury	46
	Seznam zkratk	52

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Přílohy

1 Úvod

Obyvatelé dnešního rozvinutého světa jsou velmi závislí na elektrické energii. Téměř nikdo si již nedokáže představit svůj život bez elektrických spotřebičů, které usnadňují a zpříjemňují život.

Elektrická energie se nevyskytuje v přírodě v primární podobě, ale musí být z něčeho vyrobena. Nejjednodušší a zatím ekonomicky nejvýhodnější způsob výroby elektřiny je spojován se spalováním fosilních paliv a využití potenciálu štěpení atomů. Podle prognóz vydrží celkově tyto zdroje cca 130 let při současné spotřebě. Právě spalováním hnědého a černého uhlí, ropy a zemního plynu se do atmosféry Země uvolňuje obrovské množství kysličníku uhličitého (CO_2) a dalších skleníkových plynů, které dle vědců a odborné veřejnosti způsobuje globální oteplování. Díky tomuto oteplování dochází k častým výkyvům počasí provázené ničivými povodněmi, bouřemi či déle trvajících obdobími sucha. Na téma globálního oteplování proběhlo už mnoho konferencí a bylo přijato několik zásadních mezinárodních dohod, ve kterých se jednotlivé státy zavázaly snížit produkci skleníkových plynů.

Jakým způsobem tohoto závazku dosáhnout při procesech výroby elektrické energie? Jedním z možných způsobů je nahrazování neobnovitelných zdrojů obnovitelnými nebo využití jaderné energie.

Energie z jádra je nazývána „čistá“ jež neprodukuje skoro „žádný“ CO_2 , ale i z tohoto výrobního procesu vyplývají negativní jevy. Již při přípravě jaderného paliva těžbou uranové rudy a dalším zpracováním vzniká jaderný odpad, který by měl být vhodným způsobem asimilován. Dále skladování vyhořelého jaderného materiálu a riziko havárií, které mohou způsobit značné škody na životním prostředí a lidské populaci převažují nad pozitivními skutečnostmi jaderné energetiky. Právě nedávná havárie v japonské elektrárně Fukušima I vyvolala nové politické diskuze a názory odvracející se od používání tohoto energetického zdroje.

Energetický průmysl je jeden z hlavních hospodářských oborů každého státu a odvíjí se z něj prakticky celý složitý mechanismus ekonomiky dané země. Německo je hospodářským „tahounem“ Evropské unie a velkým zastáncem výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Právě výše zmíněná havárie v Japonsku způsobila, že německá vláda neprodloužila provoz jaderné energetiky a počítá s celkovým odstavením reaktorů do roku 2022. Takže vzniká otázka, čím nahradit tuto chybějící výrobu elektřiny z jaderných

elektráren? Obnovitelnými zdroji nebo vybudováním nových uhelných či plynových elektráren?

Na tyto otázky se pokusíme odpovědět v rámci bakalářské práce. Cílem je analýza výroby a spotřeby elektrické energie v Německu za období od roku 1990 a postavení německé energetiky v Evropě (EU). Jako dílčí cíl můžeme uvést zhodnocení jejího potenciálu ve využívání a nahrazování současných zdrojů ve výrobě elektrické energie obnovitelnými zdroji.

V první části práce bude popsána produkce a spotřeba elektrické energie ve světovém měřítku a budou vysvětleny pojmy týkající se zdrojů a technologií používané k výrobě a přenosu elektřiny. Druhá kapitola se zabývá současnou výrobou a spotřebou elektrické energie v Německu a porovnáním s Evropskou unií. Dále bude provedena analýza struktury zdrojů potřebných k výrobě elektřiny a hodnot dovozu a vývozu elektrické energie. Ve třetí kapitole pomocí odhadů a nastavených vládních cílů se pokusíme nastítnit prognózu výroby elektřiny a budoucí složení struktury energetických zdrojů.

2 Světová výroba a spotřeba elektřiny

2.1 Základní pojmy

V podkapitole budou vymezeny základní pojmy týkající se energie, forem energie a její možné přeměny. Budou připomenuty základní zdroje energie a technologie používané k výrobě elektřiny.

2.1.1 Energie

S pojmem „energie“ se denně setkáváme. Vědci konstruuji nové technologie, které spotřebovávají stále méně energie, při nákupu se zabýváme energetickými štítky spotřebičů, z tisku a televize stále přicházejí informace o zvýšení cen energií nebo si „dobíjíme svůj organismus“ dobrým kalorickým jídlem či energetickým nápojem. Co je to vlastně energie? Proč je tak důležitá? Je mnoho definic vysvětlení pojmu energie. Nejjednodušším vymezením pojmu je například znění že:

„energie je schopnost konat práci“¹.

Domácí spotřebiče bez dodávky energie nepracují, nepomáhají nám, bez energie nepojede výtah v panelovém domě, nenastartujeme automobil, zkrátka bez energie by žádný organismus na Zemi nemohl žít. Každý organismus na planetě spotřebuje jinak velkou dávku energie ke svému životu až na člověka, který se značně liší. Průměrný člověk potřebuje ke svému životu 4,7 GJ za rok. Člověk moudrý (homo sapiens) zhruba před 10 tis. lety př. n. l. spotřeboval asi 20 GJ za rok s využití síly zvířat a ohně. V dobách průmyslové revoluce 18-19. století, kdy bylo vynalezeno mnoho užitečných parních strojů, člověk spotřeboval už 100 GJ na osobu za rok. Dnešní spotřeba je světově velmi nevyvážená a rozdíly plynou z vyspělosti zemí. Například v USA je spotřeba 350 GJ na osobu za rok, v Evropě 200 GJ na osobu za rok, Asie s 40 GJ na osobu za rok a nejméně Afrika s 20 GJ na osobu za rok. Přibližně 20% lidí ve vyspělých státech spotřebuje 80% vyrobené energie ve světě. Tento nepoměr vyvolává ze strany vyspělých zemí „závody“ v získávání současných levných forem energií a v nedávné minulosti byly energetické zdroje také důvodem nejednoho válečného konfliktu. [7]

¹ Libra (2007, s. 15)

Energie se v přírodě vyskytuje v mnoha formách, které se v sebe mohou různě přeměňovat (Příloha č. 1). Rozlišujeme tyto druhy energie:

- mechanická energie,
- tepelná energie,
- elektrická energie,
- chemická energie,
- energie záření,
- jaderná energie.

Prakticky ve všech možných přeměnách energie dochází k jejím ztrátám, které jsou způsobeny třením a zahříváním. Efektivní využití energie závisí na účinnosti přeměny. „Účinností se rozumí podíl využité energie ($E_{už}$) a energie vynaložené (E_{vyn}) a označujeme ji řeckým písmenem η (eta). Udává se buď v %, nebo se vyjadřuje číslem od nuly do jedné.“²

$$\eta = \frac{E_{už}}{E_{vyn}}$$

Při přeměně elektrické energie na energii tepelnou se může účinnost dostat až na 100 %, ale při opačném procesu je už účinnost tepelné energie velmi nízká. Vysokou užitnou hodnotu má chemická energie, která se dá dobře skladovat a přepravovat. Například vytěžené uhlí můžeme libovolně dlouho skladovat a dopravovat na velké vzdálenosti a kdekoli snadno přeměnit hořením na tepelnou energii. [1]

Jednotkou pro všechny druhy energie je joule (J). Dalšími používanými jednotkami pro měření energie jsou kilowatthodina (kWh), kilokalorie (kcal) nebo tuna měrného paliva (tmp)³. Pro lepší pochopení jednotek je zde převodová tabulka 2-1. Jednotky se také často násobí a používají se předpony (Příloha č. 2). [1] [7]

Tabulka 2.1: Převody jednotek energie

Jednotka	J	kWh	kcal	tmp/toe
J	1	$0,2778 \cdot 10^{-6}$	$0,2388 \cdot 10^{-3}$	$0,34 \cdot 10^{10}$
kWh	$3,6 \cdot 10^6$	1	859,8	$0,12 \cdot 10^{-3}$
kcal	$4,4868 \cdot 10^3$	$1,163 \cdot 10^{-3}$	1	$0,14 \cdot 10^{-6}$
tmp/toe	$2,93 \cdot 10^{11}$	$8,13 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^6$	1

Zdroj: Libra (2007, s. 19), Bergstedt (2005)

² Bergstedt (2005, s. 6)

³ Energie obsažená v tuně kvalitního černého uhlí, nebo v tuně ropy (toe – tone oil equivalent)

2.1.2 Elektrická energie

Elektrická energie se pomocí generátorů vyrábí v elektrárnách a tvoří ji tok volných elektronů mezi vodivým spojením dvou míst a je zejména charakterizována elektrickým proudem a elektrickým napětím. Oproti ostatním formám energie má mnoho výhod. Pomocí přenosových a distribučních sítí jí lze snadno přepravovat na velké vzdálenosti a je snadno přeměnitelná na jiné druhy energie. Aby se omezily ztráty při přenosu elektřiny, přenáší se pod vysokým napětím, kdy teče menší proud, a zmenšují se ztráty energie přeměněné na teplo. Mezi další faktory zvyšující ztráty elektřiny při její dopravě můžeme zařadit například atmosférické vlivy. [7] [30]

2.2 Zdroje k výrobě elektřiny

Energetické zdroje můžeme rozdělit na primární a sekundární. Primárními zdroji označujeme takové zdroje, které nalézáme v přírodě v dané formě. Jsou jimi například fosilní paliva, tekoucí voda nebo dřevo. Za sekundární zdroje považujeme ty zdroje, které již prošly přeměnou nebo zušlechťením primárních zdrojů. Může se jednat o koks, benzín či elektřinu. Dalším možným rozdělením zdrojů je na zdroje obnovitelné a neobnovitelné. Bližší charakteristika je uvedena v další části textu. [4] [7]

Neobnovitelné zdroje

Již z pojmenování těchto zdrojů vyplývá jejich základní princip, a to že „neobnovitelné přírodní zdroje spotřebováváním zanikají“⁴.

Nejvíce používané neobnovitelné zdroje k výrobě elektřiny jsou fosilní paliva a uranová ruda. Fosilní paliva vznikaly z organických látek odumřelých lesních porostů, rostlin a živočichů, které tlením a geologickými pochody byly usazovány a stlačovány po milióny let existence planety Země. Tyto zdroje z chemického hlediska obsahují především uhlík (C). Mezi fosilní paliva řadíme uhlí, ropu, zemní plyn a rašelinu.

- **Uhlí** – pevná látka získávána těžbou v hlubinných nebo povrchových dolech. Podle kvality uhlí rozlišujeme na hnědé, černé, antracit a lignit. Černé uhlí obsahuje přibližně 90 % uhlíku, hnědé 60 % uhlíku.
- **Ropa** – černá až žlutá kapalina nazývána také minerální olej. Získává se těžbou z hlubinných vrtů. Obsahuje 80-85% uhlíku. Pomocí frakční destilace se zpracovává v rafinériích a tímto procesem vznikají například pohonné hmoty jako benzín a nafta, dále asphalt, mazut a uhlovodíkové plyny.

⁴ Šimíčková (1998, s. 4)

- **Zemní plyn** – získává se těžbou z hlubinných vrtů a velmi často se nachází nad ložiska ropy. Je to směs uhlovodíkových plynů, kde největší složkou je metan (až 98,4 %) a v zanedbatelném množství dále ethan, propan a butan. [1] [7]
- **Rašelina** – vytvořena sedimenty odumřelých organických látek rostlinného původu pod vodou bez přístupu vzduchu. Po těžbě a vysušení se používá jako palivo, ale nemá tak velký energetický potenciál jako uhlí či ropa a její význam je malý. [4]
- **Uranová ruda** – většinou netvoří souvislá ložiska a je v horninách značně rozptýlena. Uvádí se, že ložiska s koncentrací nad 1% uranu se objevují pouze výjimečně. Důsledkem rozptýlení je vysoká nákladovost zpracování vytěžené rudy a vznik velkých hald hlusiny a odvalů obsahující další radioaktivní látky, především thorium a radium. [9]

Obnovitelné zdroje

*„Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka“.*⁵ Obnovitelné zdroje jsou především závislé na geografických a klimatických podmínkách a nejsou efektivně využitelné v každé oblasti.

- **Solární energie** – solární energie je prakticky nevyčerpatelný zdroj⁶. Množství využitelné energie závisí na ročním období, nadmořské výšce, oblačnosti a denní době.
- **Vodní energie** – patří k nejdéle lidmi využívaným formám energie. Princip spočívá v její tíhové potencionální energii, která je dána hmotností vody, výškovým rozdílem a tíhovým zrychlením. V minulosti bylo lidmi používáno lopatkové kolo.
- **Větrná energie** – pohybová energie větru vzniká prouděním vzduchu, který je nerovnoměrně ohříván Sluncem. energii větru používali lidé již před staletími k pohonu větrných mlýnů nebo lodí.
- **Energie biomasy** – biomasa se skládá z veškeré organické hmoty, která je vytvořena rostlinami a živočichy. Zhruba okolo 90 % biomasy na Zemi produkují rostliny. Biomasa je pro komerční využití získávána buď z výrobní činnosti, nebo se jedná o využití odpadu ze zemědělství, lesní výroby apod.
- **Geotermální energie** – tepelná energie, která proniká z nitra Země k zemskému povrchu. Energie je pozůstatkem z doby utváření Země před několika miliardami let a je také výsledkem rozpadu radioaktivních izotopů. [1] [7] [8]

⁵ Šimíčková (1998, s.4)

⁶ Je nevyčerpatelným zdrojem do doby vyhasnutí Slunce odhadovaného za 10 miliard let.

2.3 Technologie výroby elektřiny

Elektrárna na fosilní paliva

Již z názvu vyplývá, že k výrobě elektřiny používají tyto elektrárny fosilní zdroje. Elektrárny na fosilní paliva zauímají ve výrobě elektřiny celosvětově první místo. Nejběžnějším palivem je uhlí, které se celosvětově podílí až 40% (Příloha č. 3) na výrobě elektřiny.

Principem elektrárny je uvolnění chemické energie spalováním paliv na tepelnou energii. Tepelná energie vytváří v parním generátoru páru v řádu několika set stupňů a ta pod velkým tlakem roztáčí parní turbínu. Turbína je spojena s generátorem a ten pomocí pohybové energie vytváří elektrickou energii (Příloha č. 4).

Nevýhodou spalování fosilních paliv je uvolňování obrovského množství oxidu uhličitého (CO_2), oxidů síry a popílku do atmosféry. Například jeden blok elektrárny s výkonem 1000 MW spotřebuje denně až 300 vagónů uhlí a zamoří atmosféru cca 10 mil. t CO_2 ročně. Další nevýhodou jsou velké ztráty nevyužité tepelné energie. Tímto je celková účinnost elektrárny přibližně 33%. Dnešní moderní technologie se snaží účinnost elektráren zvýšit a zachytit značnou část vypouštěných oxidů a popílku. Uvádí se, že s pomocí konstrukce kombinující plynovou turbínu s paroplynovým cyklem se může dosáhnout až 50% účinnosti. Jednou z možných technologií zachytávání oxidů je fluidní spalování. Uhlí se mísí s mletým vápnem, které reaguje se sírou v uhlí a vzdušným kyslíkem. Výstupem z tohoto procesu je sádra. U některých moderních elektráren je přidružen závod na výrobu sádrokartonových desek. [1] [7]

Jaderná elektrárna

Tento druh elektrárny pracuje na stejném principu jako elektrárny na fosilní paliva. Rozdílem je, že zdrojem tepelné energie není spalování, nýbrž štěpení jader těžkých prvků v reaktoru. Při štěpení se uvolňuje také radioaktivní záření.

Nejvíce používaným prvkem pro štěpení je uran získávaný z uranové rudy. Přírodní uran obsahuje 99,3% ^{238}U , který není štěpitelný a zbývajících 0,7% ^{235}U musí být obohacováno na 3-5%. Při současných technologiích se využívá pouze 4% energie obsažené v jaderném palivu.

Historie objevení potenciálu štěpení jádra sáhá do roku 1938, kdy O. Hahn a F. Strassman uskutečnili štěpení uranu a thoria pomocí neutronů. V období druhé světové války se další vývoj jaderného štěpení ubíral k výrobě atomové bomby, která využívá proces

nekontrolovatelného štěpení velmi obohaceného uranu. V jaderné elektrárně je proces štěpení pod kontrolou a je řízen pomocí regulačních tyčí. První jaderný reaktor dodával elektřinu do veřejné sítě v roce 1954 a nacházel se v Obninsku u Moskvy. Během šedesátých let bylo zbudováno mnoho jaderných elektráren a byly vyvíjeny nové jaderné reaktory. Nejúčinnější z nich byly vysokotlaké reaktory chlazené vodou tzv. WWER (Příloha č. 5). Jaderné elektrárny doprovází i rizika havárií. Mezi velké havárie můžeme zařadit havárii na Thee Mile Island (USA) v roce 1979, v Černobyli (UKR) v roce 1986 a nedávnou havárii JE Fukušima (JPN) v roce 2011. [1] [7] [9]

S provozem JE jsou spojeny tyto nevýhody:

- náklady spojené s dlouhou výstavbou, zabezpečením proti teroristickým útokům, ukládáním vyhořelého jaderného paliva, likvidací elektrárny,
- úzké spojení jaderné energetiky s vývojem zbraní hromadného ničení,
- rizika závažných havárií,
- produkce dlouhodobě radioaktivního odpadu s dobou rozpadu několika tisíc let,
- odstavení a následné spuštění s sebou přináší značné náklady.

Výhodami JE jsou především:

- během provozu nevypouštějí téměř žádný CO₂,
- spotřebují minimum paliva oproti elektrárnám na fosilní paliva,
- po výstavbě následný levný provoz. [1] [9]

Geotermální elektrárna

Využití geotermálních elektráren je pouze v oblastech, kde se vysoké teploty (až 300 °C) nacházejí v malé hloubce (např. oblast činných sopek). Základem elektrárny jsou dva vrty. Prvním se vhání voda do uměle vytvořeného rezervoáru, kde se ohřívá, a druhým vrtem se pod vysokým tlakem vytvořeným v podzemí dostává zpět na povrch. Až s příchodem do atmosférického tlaku se voda změní na páru, která následně pohání turbínu připojenou na generátor. Při menších teplotách pod povrchem se geotermální energie využívá k zásobování teplem.

Výhody geotermálních elektráren:

- nedochází k uvolňování CO₂,
- geotermální zařízení jsou ekonomicky atraktivní.

Mezi nevýhody můžeme zařadit:

- pronikání škodlivých a jedovatých látek na zemský povrch,

- možné vyvolávání poklesu půdy nebo lokálního zemětřesení,
- potřeba relativně velkého území. [1] [8]

Solární elektrárna

Solární tepelná výroba elektřiny – sluneční světlo je pomocí polohovatelných zrcadel nasměrováno do koncentračního kolektoru. Kolektory jsou uspořádány buď ve faremních, nebo věžových systémech. Koncentrované záření ve faremních žlabových kolektorech ohřívá vodu na více než 400 °C. Ohřátá voda se přemění v páru, která roztáčí turbínu spojenou s generátorem. Jiný princip je využíván ve věžových systémech, kde teploty dosahují více než 1000 °C. Výroba elektřiny je docílena pomocí motoru na horký vzduch (Příloha č. 6), který je propojen s generátorem.

Fotoelektřina (fotovoltaika) – dochází k přeměně slunečního světla přímo na elektrickou energii. Nejpoužívanějším materiálem k výrobě fotoelektrických článků je křemík, germanium, arsenid galia a sulfid mědi. Účinnost fotoelektrického článku je v rozmezí 8 – 24% dle použitého materiálu. [1]

Mezi výhody solárních elektráren patří jejich bezemisní charakter výroby elektřiny a u fotovoltaických článků možnost umístění kolektoru na jakoukoli budovu. Značnými nevýhodami jsou vysoké pořizovací náklady, nutnost zástavby rozlehlého území pro vyšší výkon elektráren a náročnost na klimatické podmínky. [8]

Větrné elektrárny

Větrné elektrárny jsou ekonomicky využitelné na místech, kde proudí silný vítr po celý rok. Výroba elektrické energie je dosažena otáčením lopatek rotoru, kde vzniká mechanická energie, která je přenášena pomocí převodovky do generátoru. Výkon elektrárny ovlivňuje velikost lopatek rotoru. Větrné elektrárny dělíme dle typů rotorů (Příloha č. 7).

- **Savoniův rotor** – princip fungování je založen na rozdílném odporu vzduchu, zda vane z vyduté nebo vyklenuté strany Tento rotor má malou účinnost (max. 23%) a většinou se používá k čerpání vody.
- **Darrieův rotor** – na rozdíl od ostatních rotorů se otáčí kolem vertikální osy. Rotor má dvě i více lopatek a účinnost dosahuje až 38%.
- **Rotor se třemi lopatkami** – otáčí se kolem horizontální osy a je nejrozšířenějším rychloběžným typem rotorů s účinností až 45%.
- **Lopatkové kolo** – počet lopatek bývá 12 až 24. Může dosahovat účinnosti až 43 %. Používá se k čerpání vody a výroby elektřiny v malém měřítku.

Nevýhodou větrných elektráren je závislost na větru a vysoká hlučnost. Výhody lze spatřovat v tom, že elektrárny neprodukují žádný CO₂ a náklady na údržbu a provoz jsou nízké. [1] [8]

Vodní elektrárny

Pro výrobu elektřiny se ve vodních elektrárnách používají různé typy turbín dle průtočnosti a tlaku vody (Příloha č. 8). Proud vody otáčí turbínu a vzniká mechanická energie, která se v generátoru mění na elektrickou energii. Moderní turbíny mají účinnost přes 90%. Nejběžněji se vodní elektrárny instalují v přehradních nádržích (akumulační elektrárny) nebo na velkých tocích řek s nízkým průtokem (průtočné elektrárny). Při pobřežích moří se vyskytují přílivové elektrárny a vlnové elektrárny

Mezi výhody vodní elektrárny můžeme zařadit její bezemisní charakter, nezávislost na dovozu surovin, a bezpečnost. Nevýhodou bývá devastace krajiny způsobená stavbou přehrad a závislost na přírodních podmínkách dané země. [1] [7] [8]

Elektrárny na biomasu

Běžným způsobem výroby elektřiny z biomasy je přímé spalování (např. slisovaná sláma, odpadní dřevo) v tepelných elektrárnách. U odpadních kalů zvířat se používá fermentační zařízení, kde kvasí organické látky za pomoci bakterií bez přístupu vzduchu. Vytváří se tak bioplyn a zbytkové organické sloučeniny. Fermentační zařízení se také používá na skládkách s vysokým podílem organických látek a v čistírnách odpadních vod, kde se vytváří velké množství kalu. Bioplyn je pak využíván spalováním k výrobě elektřiny.

Výhodou použití biomasy je snižování spotřeby dovážených energetických zdrojů a je možné efektivně využívat organický odpad. Nevýhodou jsou požadavky na stále větší osevní plochy pro pěstování energetických plodin a zvyšující se ceny vstupů. [1] [8]

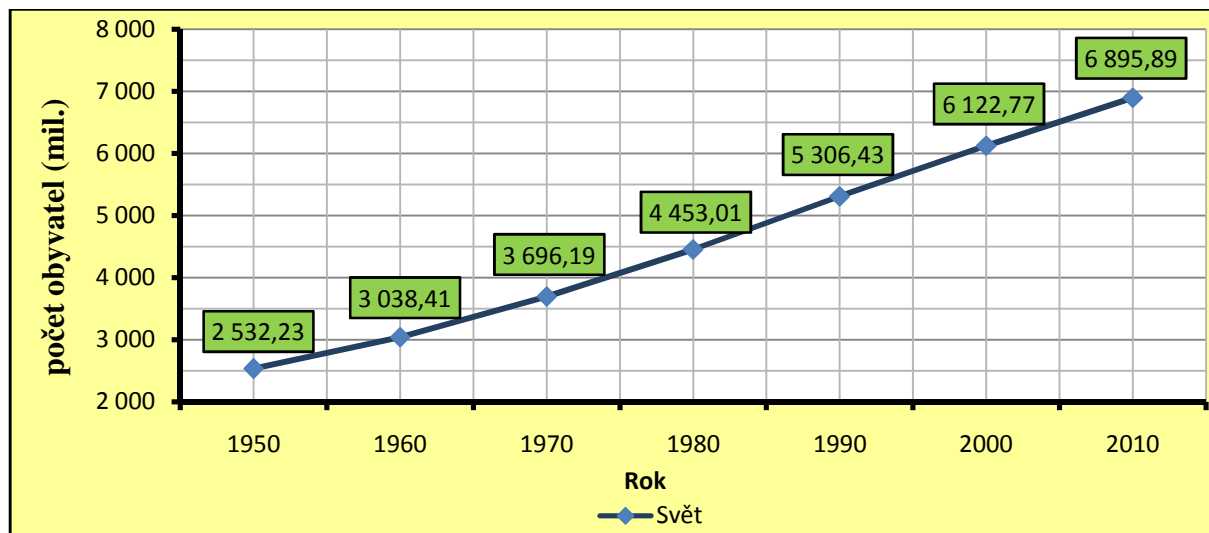
Budoucí technologie

Termojaderná fúze je proces, který se odehrává po miliardy let ve Slunci. Fúze je fyzikální jev, kde se jádra atomů vodíku spojují, vzniká hélium a uvolňuje se obrovské množství energie. Proces termojaderné fúze již lidstvo vyzkoušelo odpálením vodíkové bomby v 50. letech 20. století. Od této doby se vědci snaží fúzi uzavřít do reaktoru a kontrolovatelně ovládnout. Největším řešeným problémem je kalibrace reaktoru a přesná dodávka paliva (vodíku). Předpoklad spuštění první komerční termojaderné elektrárny je odhadováno kolem roku 2050. [5]

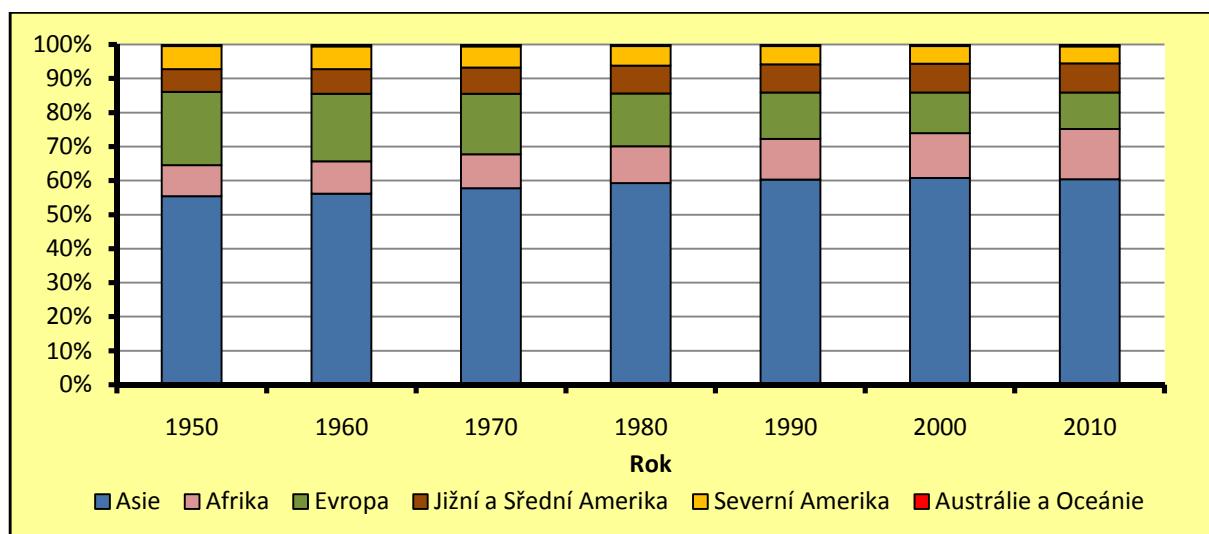
2.4 Světová výroba a spotřeba elektřiny

Z grafu 2.1 vyplývá, že za posledních 60 let se počet obyvatel téměř ztrojnásobil a v roce 2010 činil stav populace cca 6,9 miliard. Tento nárůst je úzce spojen s prodlužováním délky života a poklesu úmrtnosti z důvodu pokroku v oblasti medicíny, hygieny a výživy. Od 50. let dvacátého století se vyvíjely dva protichůdné reprodukční trendy. V rozvojových zemích se trend vyznačoval vysokou porodností a klesající úmrtností. Pro rozvinuté země byla charakteristická nízká porodnost a nízká úmrtnost spojená s prodlužováním přirozené délky života. Tyto trendy můžeme zhruba vypočítat z grafu 2.2. Podíl Asie a Afriky (kontinenty s nejméně rozvinutými zeměmi) se navýšil až na 75 % světové populace v roce 2010. Naopak snižující se trend je v Evropě a Severní Americe. Společně dosahují cca 16 % světové populace. [3] [11]

Graf 2.1: Vývoj počtu obyvatel světa v letech 1950 – 2010 (mil.)



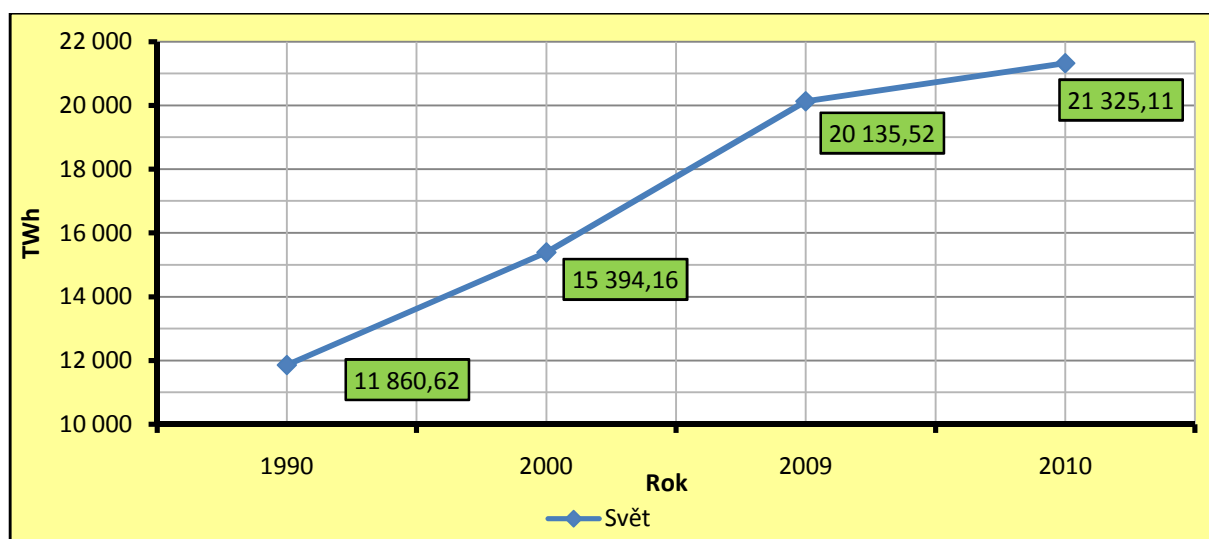
Graf 2.2: Podíl kontinentů na počtu obyvatel světa v letech 1950 - 2010 (%)



Zdroj: World Population Prospects: The 2010 Revision, vlastní zpracování

Rostoucí počet obyvatel s sebou přináší větší nárok na spotřebu energie. S růstem populace se zvyšuje i růst celkového produktu a k tomu je zapotřebí většího množství energie a elektřiny. Světová výroba elektrické energie má rostoucí charakter jak vyplývá z grafu 2.3. Můžeme tedy vysledovat značnou podobnost mezi růstem populace a růstem vyrobeného objemu elektřiny. V roce 1990 byla roční světová výroba elektrické energie 11 860,62 TWh. Za dvě desetiletí vzrostla výroba elektřiny téměř dvojnásobně a v roce 2010 dosahuje 21 325,11 TWh.

Graf 2.3: Vývoj světové výroby elektřiny v letech 1990 - 2010 (TWh)



Zdroj: BP Statistical Review of World Energy June 2011, vlastní zpracování

Rozmístění výroby elektrické energie ve světě z pohledu kontinentů je značně nerovnoměrné. V roce 2010 (Příloha č. 10) má největší podíl na světové výrobě ostatní Asie s Oceánií (8204,63 TWh), následuje Evropa a Euroasie (5311,75 TWh). Třetím regionem podle velikosti výroby elektřiny je Severní Amerika (5225,82 TWh). Naopak nejnižší hodnoty vykazuje Střední a Jižní Amerika (1104,48 TWh), Střední Východ (814,22 TWh) a nejmenší podíl má Afrika (664,22 TWh).

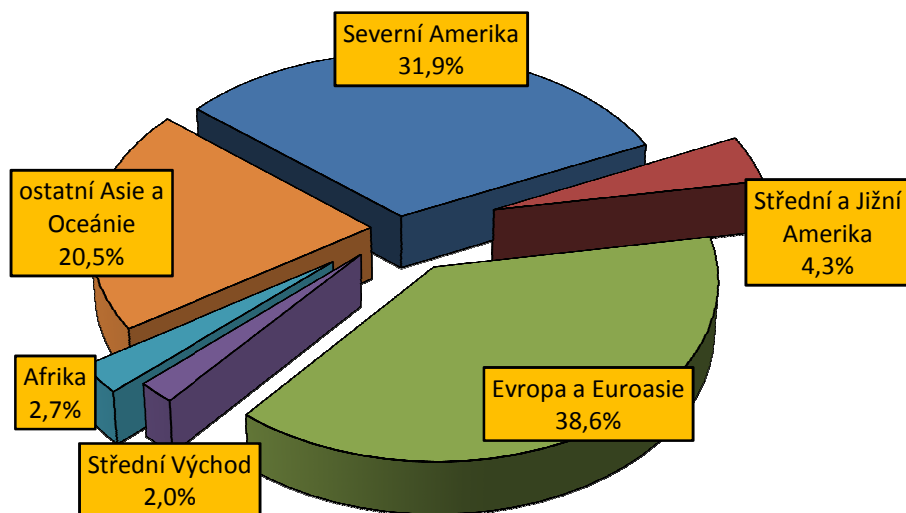
Pro porovnání změny v rozložení výroby elektřiny ve světě nám poslouží výšečové grafy 2.4 a 2.5. Z grafu 2.4 je patrné, že v roce 1990 byla největší část produkce elektřiny soustředěna v Evropě a Euroasii⁷ (38,6 %). Druhá v pořadí byla Severní Amerika⁸ (31,9 %) následovaná ostatní Asií a Oceánií (20,5 %). Nízký podíl produkce elektřiny vykazovala Střední a Jižní Amerika (4,3 %), dále Afrika (2,7 %) a nejnižší podíl měl Střední Východ (2 %). Údaje v grafu 2.5 naznačují podstatné změny v rozložení produkce elektřiny. Největší změnou je růst podílu ostatní Asie a Oceánie na 38,5 %. Zaujímá tak první místo ve výrobě

⁷ Ázerbájdžán, Kazachstán, Rusko, Turkmenistán, Uzbekistán.

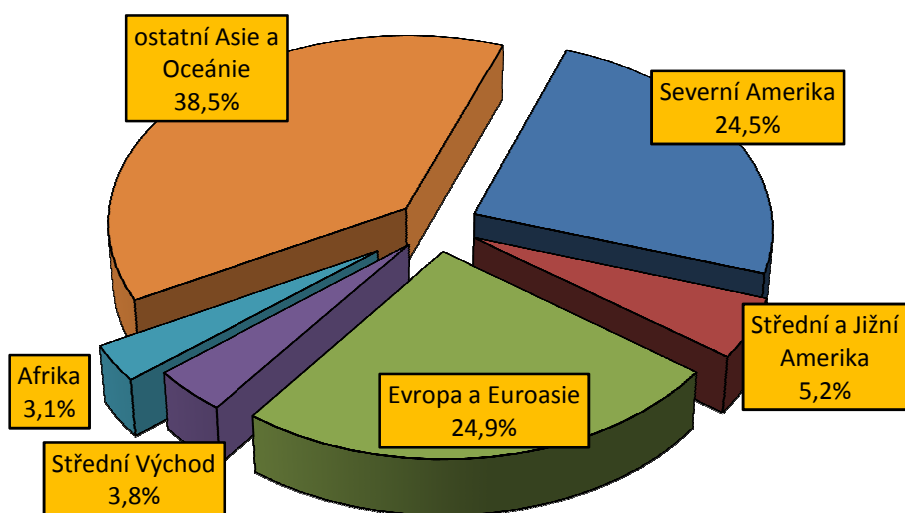
⁸ USA, Kanada, Mexiko.

elektrické energie místo Evropy a Euroasie, která ztratila vedoucí pozici a zařadila se na druhé místo s 24,9 %. Podíl Severní Ameriky se zmenšil na 24,5 %. Nepatrné zvýšení produkce elektřiny zaznamenáváme ve Střední a Jižní Americe (5,2 %), na Středním Východě (3,8 %) a v Africe (3,1 %). Zvýšení podílu Asie a Oceánie cca na dvojnásobek oproti roku 1990 má za následek především růst výroby elektřiny v Číně (viz. graf 2.6)

Graf 2.4: Podíl kontinentů na světové produkci elektřiny roce 1990 (%)



Graf 2.5: Podíl kontinentů na světové produkci elektřiny roce 2010 (%)

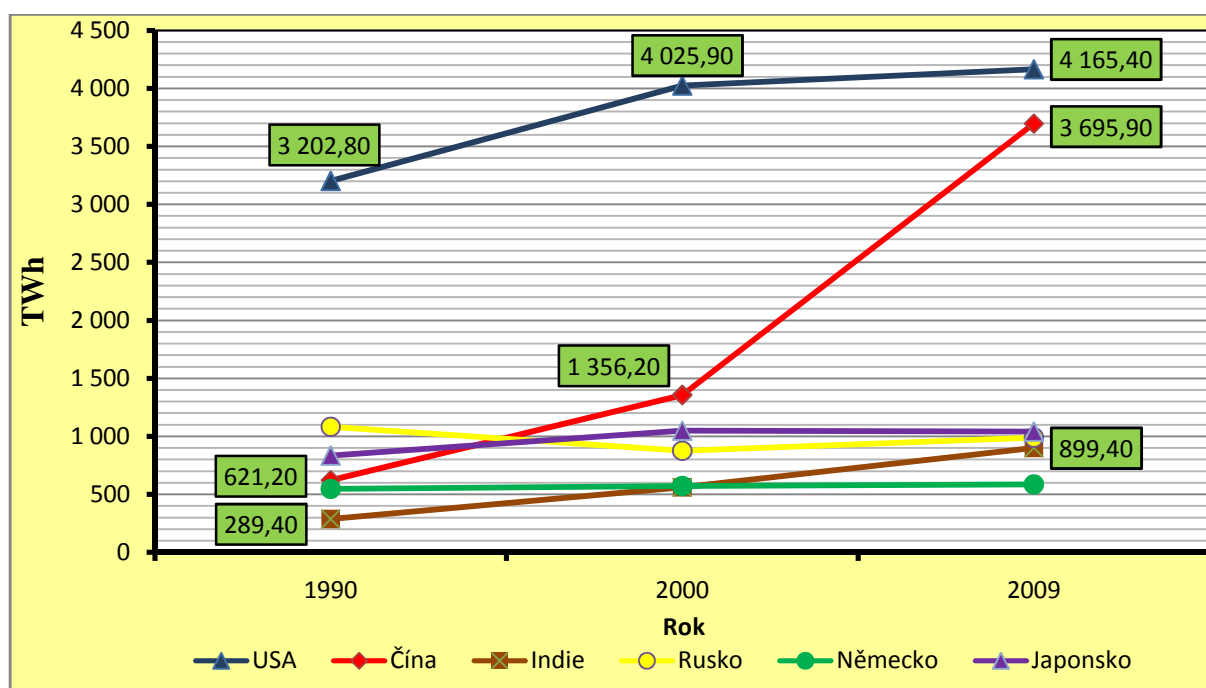


Zdroj: BP Statistical Review of World Energy June 2011, vlastní zpracování

Součet produkce předních 21 světových producentů elektřiny (Příloha. č. 11) je více než tři čtvrtiny světové produkce. Tato skutečnost vypovídá o značné nerovnováze

v rozmístění výroby elektřiny ve státech světa. Vývoj výroby elektřiny šesti největších producentů je nastíněn v grafu 2.6. Součet produkce elektřiny zobrazených států v roce 2009 dosahuje 56,74 % celkové světové výroby. Mezi největší producenty patří USA a Čína. USA si drží dlouhodobě vedoucí pozici ve výrobě elektřiny, která činí 4165,4 TWh v roce 2009. V roce 1990 byla výroba Číny na hodnotě 621,2 TWh a téměř totožná s produkcí Německa. V období cca 20 let se výroba v Číně zešestinásobila a stala se tak druhým největším světovým producentem elektrické energie (2009). Zvyšující se trend produkce elektřiny sledujeme také v Indii. V roce 1990 se výroba pohybovala na hodnotě 289,4 TWh a na konci sledovaného období byla již trojnásobná (899,4 TWh) a náleželo ji páté místo ve světové produkci elektrické energie. Pokud si Indie udrží tento zvyšující se trend, brzy se stane třetím největším producentem. Rusko, Německo a Japonsko si udržují konstantní velikost výroby elektřiny s nepatrnými výkyvy.

Graf 2.6: Vývoj výroby největších producentů elektřiny (TWh)

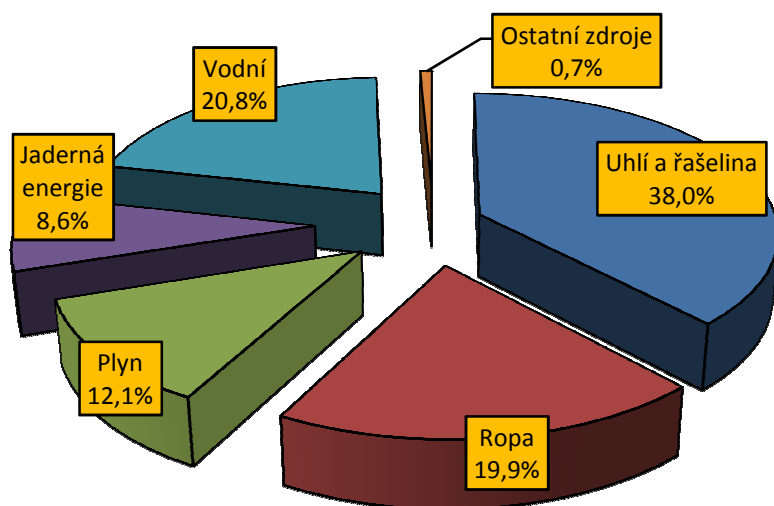


Zdroj: OECD Factbook 2011-2012: vlastní zpracování

Přehled největších vývozců a dovozců elektřiny za rok 2007 udává tabulka v příloze č. 12. Mezi přední vývozce elektřiny patří Francie (57 TWh), Paraguay (45 TWh), Kanada (17 TWh), Německo (17 TWh) a Česká republika (16 TWh). Celkem se vyváží 255 TWh. Země, které nejvíce dováží elektřinu, jsou Itálie (46 TWh), Brazílie (39 TWh), USA (31 TWh), Nizozemsko (18 TWh) a Finsko (13 TWh). Hodnota celkového dovozu je 254 TWh a je téměř totožná s celkovým vývozem.

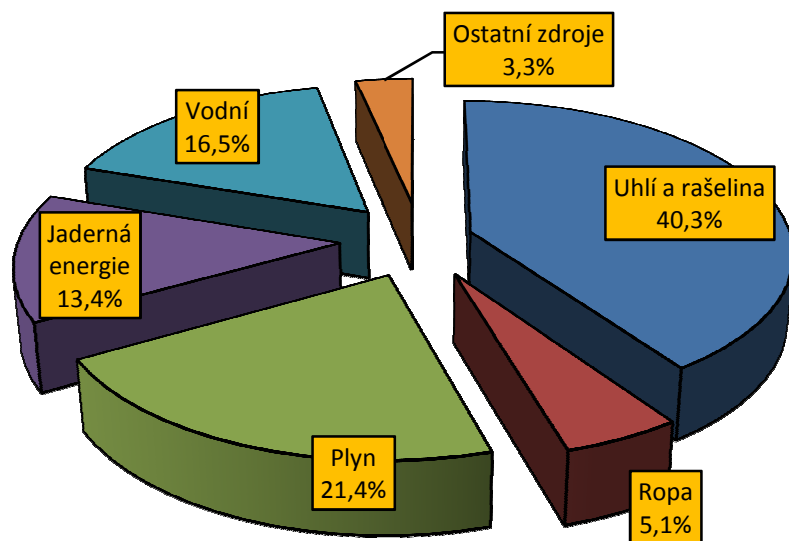
Z grafu 2.7 vyplývá, že základním zdrojem k výrobě elektřiny v roce 1980 bylo uhlí a rašelina s 38 % světové výroby. Podstatný podíl z fosilních zdrojů představovala ropa s cca 20 %. Fosilní paliva spalovaná v tepelných elektrárnách zajišťovala více než 2/3 světové výroby elektřiny. Zbylou 1/3 zaujímal výroba elektřiny pomocí vodních elektráren (20,8 %), jaderných elektráren (8,6 %) a ostatních zdrojů⁹ (0,7 %).

Graf 2.7: Podíl zdrojů na světové produkci elektřiny v roce 1980 (%)



Jak naznačuje graf 2.8, v roce 2009 nastala změna ve skladbě zdrojů k výrobě elektřiny oproti roku 1980. Podstatný a téměř neměnný 2/3 podíl na výrobě elektřiny mají stále fosilní paliva. Změnou je ale pokles podílu ropy na 5,1 %, avšak tento úbytek

Graf 2.8 Podíl zdrojů na světové produkci elektřiny v roce 2009 (%)



Zdroj: IEA Energy Statistics: Electricity for World a OECD Factbook 2009

⁹ Mezi ostatní zdroje řadíme využití geotermální, solární, větrné energie a energie biomasy.

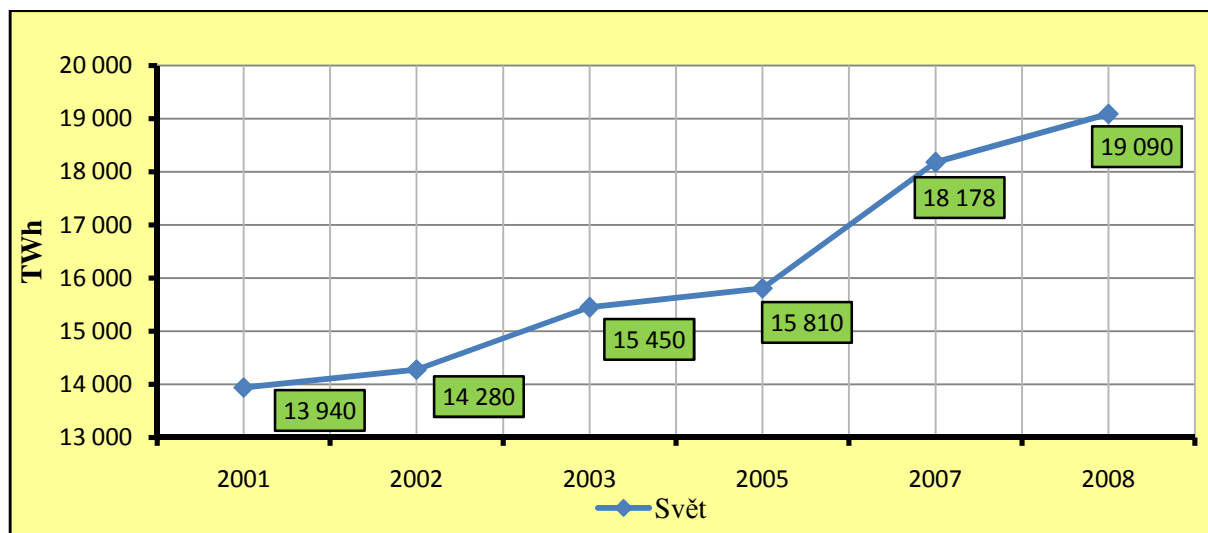
kompenzuje zvýšené využívání plynu (21,4 %). Zvýšení podílu zaznamenáváme také u jaderné energie (13,4 %) a ostatních zdrojů (3,3 %). U ostatních zdrojů je z globálního hlediska procento využití stále zanedbatelné. Naopak nepatrný úbytek registrujeme u podílu vodních zdrojů (16,5 %).

Mezi největší výrobce elektřiny z uhlí a rašeliny nad 300 TWh (Příloha č.14) v roce 2007 se řadí Čína, USA, Indie, Japonsko a Německo. Země využívající ropu k výrobě elektřiny nad 100 TWh jsou Japonsko a Saudská Arábie. Plyn k výrobě elektrické energie nejvíce využívá USA, Rusko a Japonsko.

Výrobu elektřiny z jaderné energie využívá v roce 2012 pouze 31 států světa s celkovým instalovaným výkonem 370461 MW (Příloha č. 17). Celkový počet jaderných reaktorů je 436. Největšími výrobci elektřiny z jaderné energie jsou v roce 2007 USA, Francie a Japonsko (Příloha č. 15). Dohromady se tyto tři státy podílejí více než 1/2 ze světové produkce elektřiny z jádra. Největší podíl jaderné energie na domácí výrobě elektřiny má Francie (77,9 %), Ukrajina (47,2 %) a Švédsko (45 %).

Největšími světovými výrobci elektrické energie z vodních zdrojů (Příloha č. 16) nad 200 TWh jsou Čína, Brazílie, Kanada a USA. Země, které disponují největším podílem vodních elektráren na domácí výrobě elektřiny, jsou Norsko (až 98,2 %), Brazílie (84 %), Venezuela (72,3 %) a Kanada (57,6 %).

Graf 2.9 Vývoj světové spotřeby elektřiny v letech 2001 – 2008¹⁰ (TWh)



Zdroj: CIA - The World Factbook 2003,2005,2006,2007,2008, IEA. Key world energy statistics: 2009

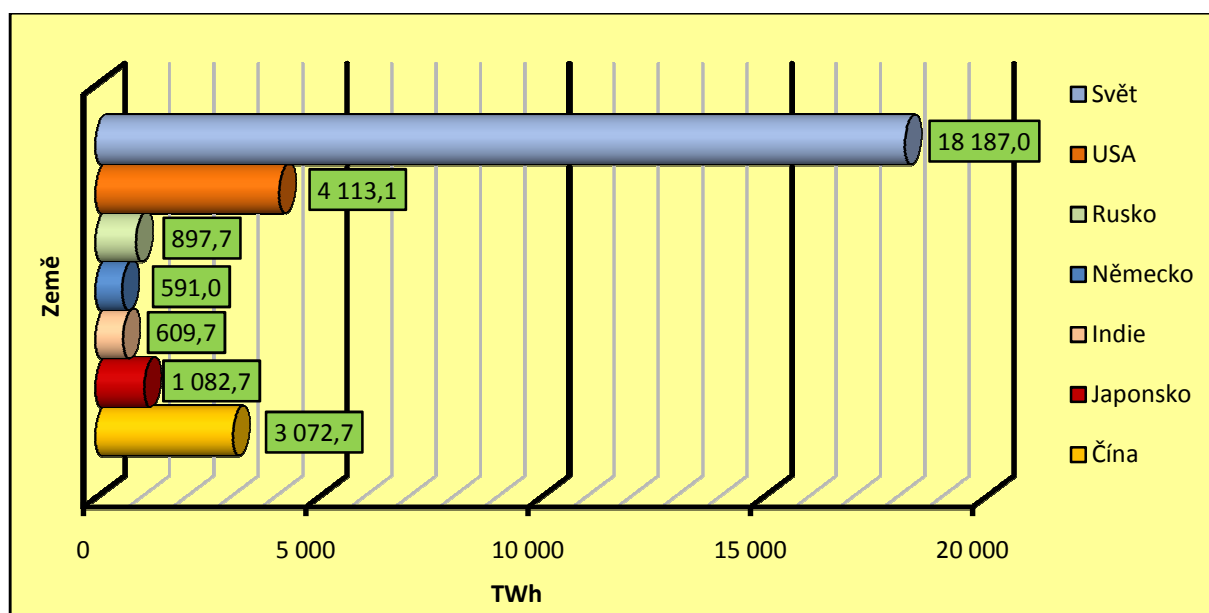
Spotřeba elektřiny nastíněna v grafu 2.9 má rostoucí charakter jako vývoj světové výroby elektrické energie v grafu 2.3. Spotřeba elektřiny je vypočítaná takto: hrubá

¹⁰ Za roky 2009 a 2010 nenalezeny data.

produkce + import – export – přenosové ztráty. Celková spotřeba byla v roce 2001 13940 TWh a do roku 2008 se zvýšila o více než 5000 TWh na 19090 TWh.

Největšími spotřebiteli elektrické energie (Příloha č. 18) v roce 2007 jsou USA, Čína, Japonsko, Rusko, Indie a Německo. Dohromady dosahují více než 1/2 světové spotřeby elektřiny. Jen USA dosahují cca 1/5 spotřeby celého světa. Druhým největším spotřebitelem je Čína s cca 17 % podílem. Prvních 28 zemí světa využívá 86 % veškeré světové spotřeby elektrické energie.

Graf 2.10 Spotřeba elektřiny dle zemí v roce 2007 (TWh)

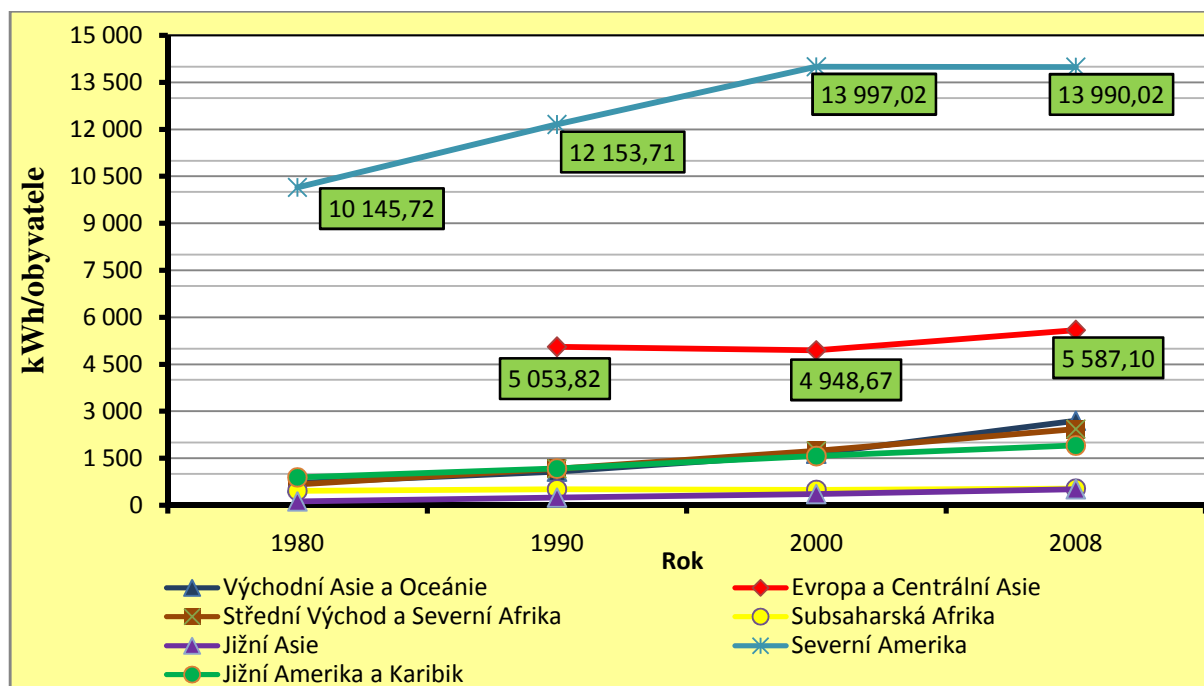


Zdroj: IEA. Key world energy statistics: 2009

Spotřeba elektřiny na 1 obyvatele je zajímavý indikátor, kterým se může hodnotit vyspělost států nebo jednotlivých území. Z grafu 2.11 je patrné, že Severní Amerika značně převažuje nad ostatními regiony. V roce 2008 dosahovala hodnota spotřeby v Severní Americe 13990,2 kWh. Druhým největším spotřebitelem na obyvatele je Evropa s Centrální Asií, kde hodnota dosahuje 5587,1 kWh (2008). To je o více než polovinu méně než v Severní Americe. Naopak nejnižších hodnot dosahuje Jižní Asie (507,7 kWh) a Subsaharská Afrika (535,85 kWh) a jsou tak hluboko pod světovým průměrem (2876,12 kWh). Státy, které dosahují nejvyšších hodnot spotřeby elektrické energie na 1 obyvatele, obsahuje graf 2.12. Státy se spotřebou nad 20 tisíc kWh v roce 2007 jsou pouze Island (36920 kWh) a Norsko (24997 kWh). V intervalu 15000 až 19999 kWh se nacházejí Katar (17573 kWh), Finsko (17164), Kanada (16995 kWh), Lucembursko (16315 kWh), Kuvajt (16198 kWh), Spojené Arabské Emiráty (16161 kWh) a Švédsko (15238 kWh). Mezi 10000 a 14999 kWh jsou

Bahrain (14276 kWh), USA (13616 kWh), Austrálie (11216 kWh) a Tchaj-Wan (10216 kWh).

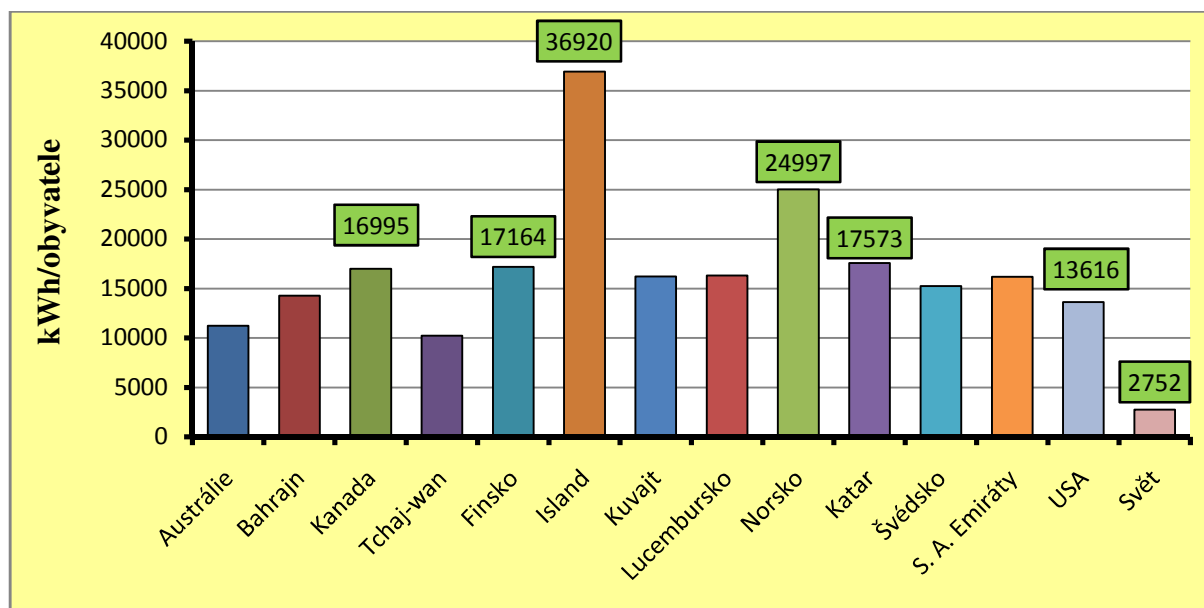
Graf 2.11 Vývoj spotřeby elektřiny dle vybraných regionů (kWh/obyvatele)



Zdroj: IEA. Key world energy statistics: 2009

Je zajímavé, že USA spotřebují nejvíce elektrické energie na světě, ale při přepočtu na 1 obyvatele, jsou až na 12tém místě. Totéž platí i pro Čínu, ale oproti USA má značnou převahu v počtu obyvatel a je logické, že spotřeba na 1 obyvatele bude značně nižší.

Graf 2.12 Spotřeba elektřiny dle států v roce 2007 (kWh/obyvatele)



Zdroj: IEA. Key world energy statistics: 2009

3 Současná energetická koncepce Německa

Německo je první evropskou a pátou¹¹ největší světovou ekonomikou dle parity kupní síly. Silná ekonomika potřebuje mít zajištěny veškeré potřebné zdroje, aby se mohla dále rozvíjet a uspokojovat potřeby svých obyvatel a průmyslu. Zajistit takový trvalý růst mají před sebou tvůrci hospodářské politiky Německa.

Hlavní páteří každé ekonomiky je energetický sektor vyrábějící elektřinu a teplo. Právě energetika je jedna z klíčových politik Evropské unie. Společná energetická politika EU má tzv. interdimenzionální charakter, což znamená, že je obsažena i v zásadách jiných politik, např. politika ochrany hospodářské soutěže, životního prostředí nebo celní unie. Bylo vydáno několik klíčových dokumentů obsahující úkoly a cíle v oblasti energetické politiky. Mezi některé hlavní cíle z těchto dokumentů můžeme zařadit:

- garantování dostupných energetických dodávek všem spotřebitelům,
- zohlednění environmentálních kritérií – zlepšení energetické účinnosti a podpora obnovitelných zdrojů,
- podporovat zdravou konkurenci v celém energetickém trhu EU,
- podpora propojení a vybudování transevropských sítí.

Hlavním strategickým cílem byl Evropskou komisí zvolen boj proti globálnímu oteplování, který vyplývá z Kjótského protokolu, omezením produkce skleníkových plynů. Bez ohledu na Kjótský protokol byly přijaty tři cíle:

- snížit emise skleníkových plynů o 20% oproti roku 1990,
- dosáhnout 20% úsporu z celkové spotřeby primárních energií,
- dosáhnout 20 % podílu obnovitelných zdrojů při výrobě energií. [2] [6]

V roce 2010 byla přijata nová strategie „*Energie 2020*“, která vymezuje pět hlavních priorit pro energetiku na dalších 10 let. Prioritní oblasti podle dokumentu jsou:

- **energetické úspory** – hlavním sektorem zájmu se stává stavebnictví a doprava, kde lze nalézt velké kapacity pro úsporná opatření,
- **celoevropský jednotný energetický trh** – připravovat energetickou přepravní infrastrukturu na postupný zvýšený podíl dodávek elektřiny z obnovitelných zdrojů,
- **bezpečná a cenově dostupná energie** – zavádět opatření pro ochranu spotřebitele,

¹¹ údaje převzaty z www.cia.gov

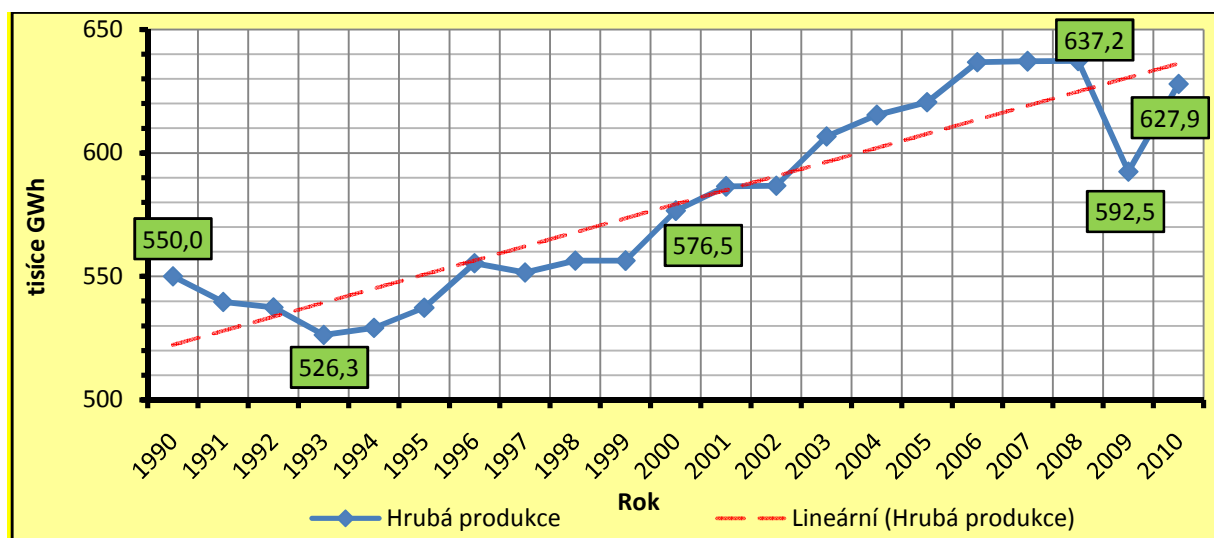
- **Evropa lídrem v oblasti technologií a inovací** – financovat a odstartovat výzkum čistých technologií, nízkouhlíkových technologií a udržet vedoucí roli v programu ITER¹²,
- **vnější dimenze evropské energetické politiky** – zlepšení koordinace energetické politiky EU vůči třetím zemím. [46]

Za provádění energetické politiky v Německu je odpovědné Spolkové ministerstvo hospodářství a technologie. Energetická politika vychází z daných evropských cílů a má zajistit bezpečnou a stabilní dodávku energie, vytvářet efektivní plně konkurenční hospodářskou soutěž a využívat šetrným způsobem přírodní zdroje. V ochraně životního prostředí a snižování emisí CO₂ zaznamenalo Německo značný pokrok a řadí se mezi světové lídry. V období od roku 1994 do 2006 Německo snížilo cca o 19% emise skleníkových plynů díky modernizacím a opatřením vládních programů na ochranu klimatu.

3.1 Výroba elektřiny

Největšími výrobci elektřiny v Německu jsou společnosti E.ON, RWE, EnBW a Vattenfall. V roce 2009 dosahoval jejich celkový podíl na výrobě elektřiny 70 % a celkový počet zaměstnanců v odvětví byl 130 400. Německý trh s elektřinou je plně liberalizovaný, což znamená, že všichni zákazníci si mohou vybrat své dodavatele a libovolně mezi nimi přecházet. Vytváří se tak plně konkurenční trh. [32] [43]

Graf 3.1 Vývoj hrubé¹³ produkce elektřiny v Německu v letech 1990 - 2010 (tis. GWh)



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

¹² ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) je projekt termonukleárního reaktoru na kterém se podílí Evropská unie, Japonsko, Rusko, USA, Čína, Indie a Jižní Korea. [63]

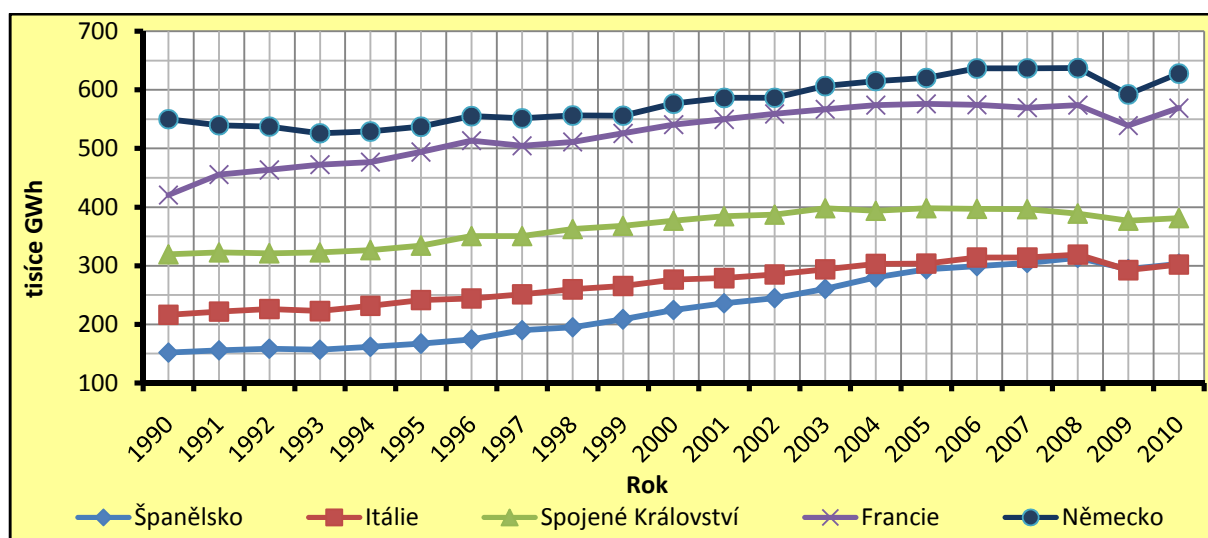
¹³ Elektřina měřená při výstupu z hlavních transformátorů.

Vývoj výroby elektřiny v Německu za období od roku 1990 do 2010 uvádí graf 3.1. Během 20 let se výroba zvýšila z 550 tis. GWh na 627,9 tis. GWh. V etapě od roku 1990 do 1993 dochází k poklesu výroby až na nejnižší hodnotu (526,3 tis. GWh) ve sledovaném období. Od roku 1993 do 2008 má výroba elektřiny rostoucí charakter s menšími výkyvy a nejvyšší hodnoty dosahuje v roce 2008 (637,2 tis. GWh). V roce 2009 zaznamenáváme strmý pád výroby, kde hodnota (592,2 tis. GWh) dosahuje cca úrovně roku 2002. V posledním roce sledovaného období dochází k výraznému nárůstu výroby elektřiny, ten ale nedosahoval takové hodnoty jako v roce 2008.

Výrazný pokles v roce 2009 je patrně spojen se světovou hospodářskou recesí, která začala ve Spojených státech amerických v roce 2008. Německé hospodářství zaznamenalo pokles hrubého domácího produktu o 5 % a došlo k silnému poklesu vývozu zboží a investicím do strojů a zařízení. Podniky snižovaly objem výroby a byla zkracována pracovní doba zaměstnancům. [47]

Pro porovnání výroby elektrické energie uvádí graf 3.2 pět největších producentů elektřiny v Evropě. Vývoj výroby ve Francii, Španělsku, Itálii a Spojeném Království má podobný charakter jako Německá produkce. Rostoucí produkce je zabrzdněná a klesá na konci sledovaného období (2008 – 2009). Ekonomiky těchto zemí byly taktéž zasaženy recesí a zřejmě se potvrzuje spojení mezi touto hospodářskou krizí a klesající výrobou (spotřebou) elektřiny. V roce 2010 dosahuje podíl Německa téměř 1/5 veškeré vyrobené elektřiny v Evropské unii (Příloha č. 19) a celkový podíl 5 zobrazených států dosahuje 65,3 % (EU).

Graf 3.2 Vývoj hrubé produkce elektřiny ve vybraných evropských zemích v letech 1990 -2010 (tis GWh)



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

3.1.1 Zdroje výroby elektřiny

Pro zabezpečení výroby energetického sektoru potřebuje Německo dovážet mnoho surovin i přes svou vlastní těžbu nerostného bohatství. *Energetická závislost*¹⁴ v letech 1998, 2004 a 2010 je obsažena v tabulce č. 3.1.

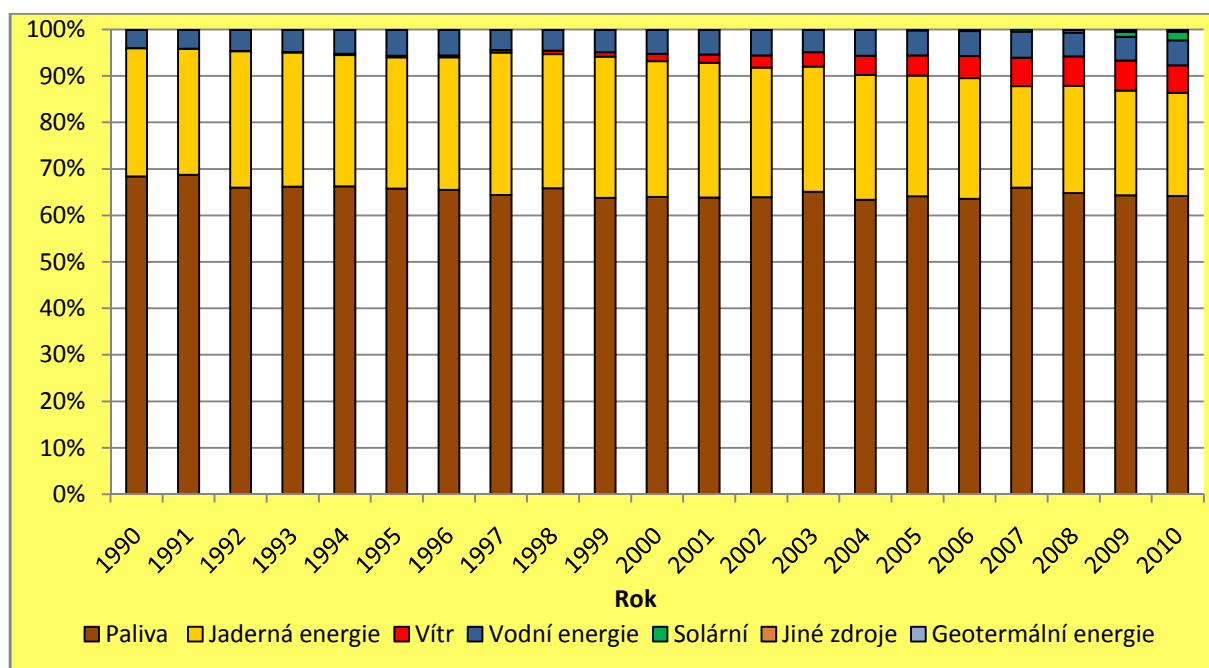
Tabulka 3.1 Závislost Německa na dovozu surovin (%)

Zdroje	Rok		
	1998	2004	2010
Černé uhlí a deriváty	34,58	60,15	79,02
Všechny ropné produkty	99,14	94,93	95,84
Zemní plyn	77,06	83,7	81,89
Závislost celkem	61,03	60,82	59,78
Závislost celkem EU 27	45,99	50,24	52,68

Zdroj: Eurostat

Celková závislost se pohybuje okolo 60 %, což je vyšší hodnota než průměr Evropské unie. Nejvíce je německá ekonomika závislá na dovozu ropy a ropných produktů a zemního plynu, kde se hodnoty vyvíjejí stejnoměrně. Zvýšení došlo u černého uhlí a derivátů. Oproti roku 1998 se závislost u uhlí zvýšila více než dvojnásobně až na 79,02 % v roce 2010.

Graf 3.3 Vývoj podílu zdrojů na hrubé výrobě elektřiny v letech 1990 - 2010 (%)



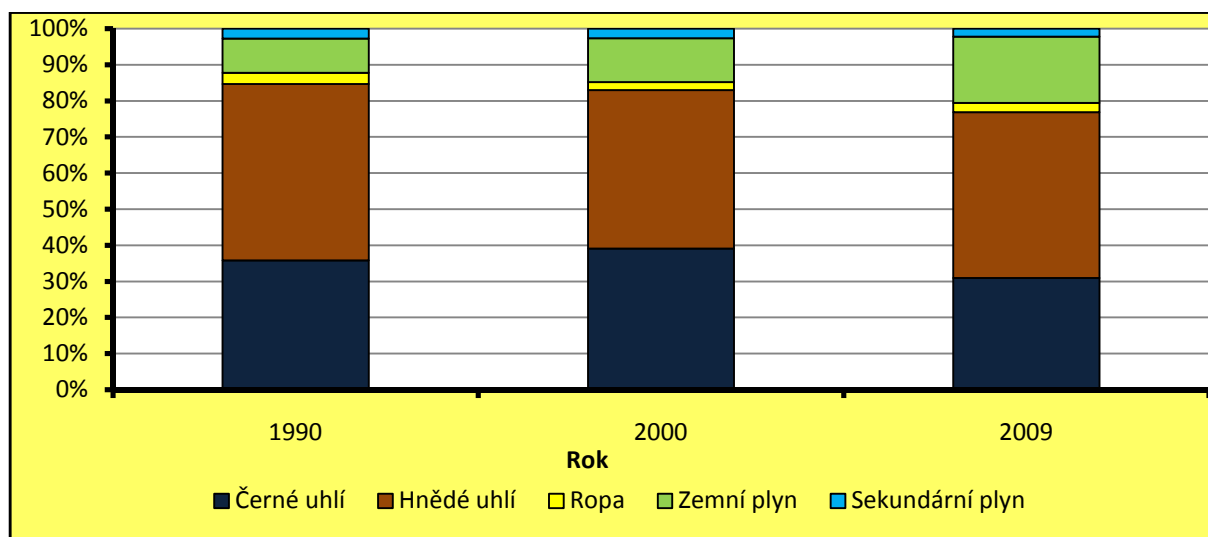
Zdroj: Eurostat

Na výrobu elektřiny se v Německu nejvíce používají dle grafu č. 3.3 neobnovitelné zdroje, jako jsou paliva a jaderná energie. Dohromady obstarávají do německé sítě více než

¹⁴ Vyjadřuje % čistých dovozů na hrubé domácí spotřebě. Energetická závislost ukazuje, do jaké míry ekonomika spoléhá na dovoz za účelem splnění svých energetických potřeb.

tři čtvrtiny celkové produkce elektřiny. Zbylou čtvrtinu pokrývá výroba pomocí větrných, vodních a solárních elektráren. Zanedbatelnou část představují geotermální a jiné zdroje. Hlavními výrobci elektřiny jsou tepelné elektrárny spalující paliva. Přehled složení paliv představuje graf č.3.4. V roce 1990 představovalo cca 85% veškerého paliva hnědé a černé uhlí. Vysoký podíl uhlí na výrobě elektřiny přetrval a v roce 2009 jen nepatrně poklesl na 76 %. Na úkor uhlí se zvýšilo používání zemního plynu a v roce 2010 je jeho podíl 13%. Německá výroba elektřiny tak stojí zatím nejvíce na používání uhlí a jeho derivátů a vysokou energetickou závislost tímto potvrzuje.

Graf 3.4 Struktura zdrojů v tepelných elektrárnách v letech 1990, 2000 a 2009 (%)



Zdroj: Eurelectric

Staré tepelné elektrárny (až 50 let), které jsou ještě v provozu, dosahují jen 30% účinnosti. Nově postavené elektrárny spalující hnědé uhlí dosahují až 45% účinnosti. Díky nejmodernějším technologiím dosahují také nízkých emisí oxidu uhličitého (CO_2), oxidu siřičitého (SO_2) a oxidů dusných (NO_x). V Německu je zhruba v provozu 130 elektráren s kapacitou nad 100 MW spalujících uhlí. [43] [60]

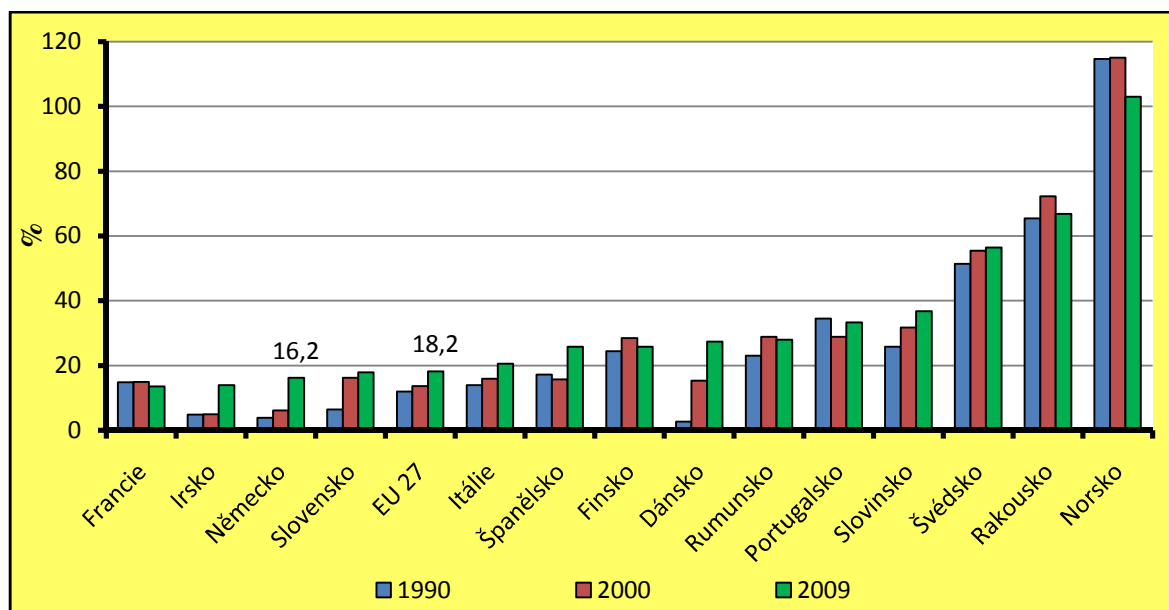
Jaderné elektrárny jsou v Německu dlouhou dobu negativně vnímány pro jejich potenciální nebezpečnost, i když vyrábí téměř čtvrtinu z celkové produkce elektřiny a nevypouštějí skoro žádné skleníkové plyny. V roce 1998 zvolená koaliční vláda rozhodla o postupném vyřazování všech sedmnácti jaderných elektráren (Příloha č. 22) do roku 2022. Nová vláda kancléřky Angely Merkelové v roce 2009 prodloužila termín vypnutí elektráren až do roku 2036, ale po havárii jaderné elektrárny ve Fukušimě (JPN) v roce 2011 nastal obrat. Bylo okamžitě rozhodnuto odstavit 8 nejstarších jaderných elektráren s celkovým výkonem 8336 MW a postupně vyřazovat zbylých 9 do roku 2022. Celkově tak Německo přijde o výrobní kapacitu cca 20 tisíc MW. Chybějící kapacita se musí nahradit jinými

dostupnými zdroji a Německo sází především na výstavbu nových plynových a uhelných elektráren, rozšiřování obnovitelných zdrojů a použití nejmodernějších technologií pro zvýšení účinnosti stávajících elektráren. [39] [54] [68]

Jak vyplývá z grafu 3.3, od konce 90 let se zvyšuje procento obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny. Tím je dosaženo rostoucí instalovanou kapacitou větrných elektráren a také nepatrným, ale také zvyšujícím se podílem solární energie. Kapacita výroby elektřiny z vodních elektráren je již patřičně naplněna (Příloha č. 20), ale do budoucna se počítá s využití potenciálu jižních oblastí na úpatí Alp. V roce 2006 se v Německu nacházelo cca 7300 malých vodních elektráren (<1 MW) a 354 větších s celkovým instalovaným výkonem 4720 MW.

Obnovitelné zdroje (OZ) jsou jedním z klíčových ekonomických a sociálních faktorů v Německu. Jejich úlohou je především snižovat závislost na dovozu energetických surovin, snižovat emise oxidů způsobujících klimatickou změnu a dále zvyšovat ochranu životního prostředí a nahrazovat chybějící kapacity odstavených jaderných elektráren. Iniciativa ve využívání OZ v Německu vyplývá i z přijatých dokumentů Evropské komise. Důležitým dokumentem EU je Zelená kniha z roku 1996 s cílem zdvojnásobit podíl OZ na hrubé energetické spotřebě do roku 2010 z 6 až na 12 %. Pro výrobu elektřiny se v knize uvádí hodnota podílu až 22,1 %. Graf 3.5 ukazuje srovnání procenta podílu výroby elektřiny z OZ v čase a ve vybraných zemích EU. Nejvyššího podílu dosahuje Norsko a Rakousko. Německo zaznamenalo výrazný skok mezi rokem 2000 a 2009 a blíží se průměru EU. [2]

Graf 3.5 Podíl výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů v roce 1990, 2000 a 2009 (%)

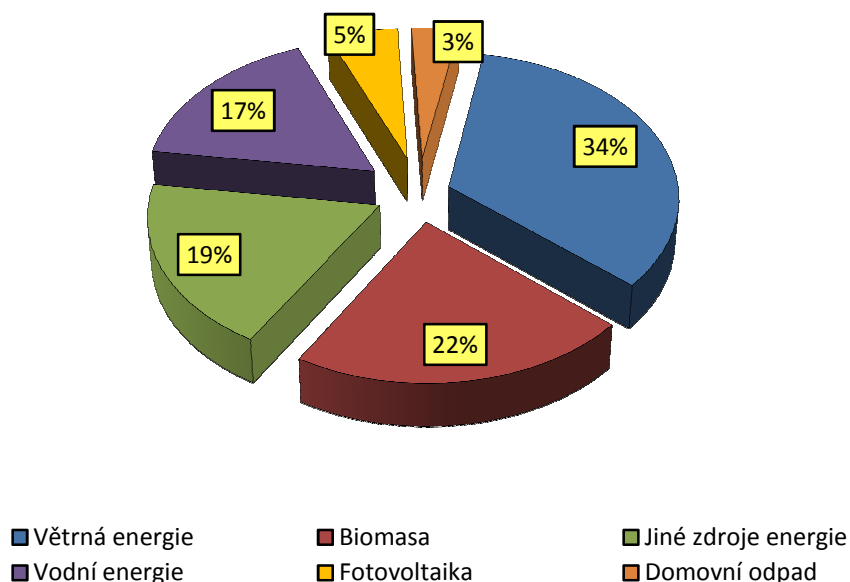


Zdroj: Eurostat

Nebývalý posun ve využívání OZ v Německu má na svědomí především přijatý zákon o využívání obnovitelných zdrojů (EEG) v roce 2000. Tato podpora OZ je spojována s nastavením pevných tarifů výkupu elektřiny po stanovenou dobu (10 let a výš) a s investičními subvencemi zaměřenými na fotovoltaiku, větrnou energii a v některých případech na všechny OZ. Subvence by měly především prolomit bariéry trhu spojené s vysokými pořizovacími náklady na výstavbu a s časovou návratností investic do OZ. [2] [16]

Strukturu OZ na výrobě elektřiny v roce 2009 naznačuje graf 3.6. Podstatný podíl produkce připadá na větrnou energii (34%), která zaznamenává dle grafu 3.3 každoroční růst. Dalšími významnými OZ jsou biomasa (22 %), vodní energie (17%) a jiné zdroje¹⁵ (19%). Nepatrný podíl zaujímá fotovoltaika (5 %) a využití domovního odpadu¹⁶ (3 %).

Graf 3.6 Struktura obnovitelných zdrojů na produkci elektřiny v Německu v roce 2009



Zdroj: Destastis

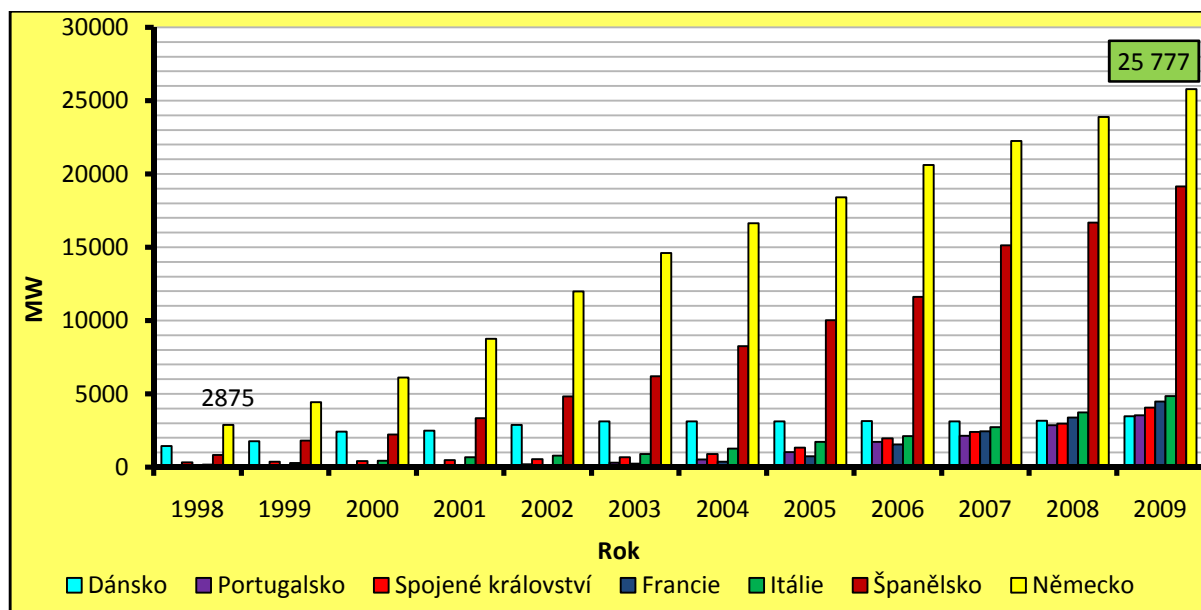
Největší současný potenciál ve využívání OZ v Německu má větrná energie. Vyrůstající instalovanou kapacitu přibližuje graf 3.7. Od roku 1998, kdy výkon větrných elektráren dosahoval 2875 MW, se kapacita zvýšila téměř 9krát na 25777 MW v roce 2009. Počet instalovaných větrných elektráren v roce 2009 byl 21164 a dohromady generovaly 38,63 tisíc MWh. Instalované kapacity v Německu jsou ve srovnání s ostatními evropskými státy značně nejvyšší. Jediné Španělsko dokáže udržet krok s německým stoupajícím trendem v používání větrných elektráren a řadí se na druhé místo. Ostatní státy, jako jsou Itálie, Spojené království, Francie a Portugalsko, také postupně zvyšují počet větrných elektráren,

¹⁵ Jedná se o spalování bio plynů z různých zdrojů a způsobů fermentace.

¹⁶ Zahrnuje pouze výrobu z biogenní části tuhého komunálního odpadu (cca 50%).

ale ve srovnání s Německem jsou kapacity zanedbatelné. Dánsko si drží dlouhodobě stejný počet instalovaných kapacit ve výši cca 3500 MW. [16] [40]

Graf 3.7 Kumulatивní instalovaná kapacita větrných elektráren (MW)



Zdroj: EWEA

Německo dosahuje nových výkonů větrných elektráren především výstavbou offshore a onshore¹⁷ větrných farem¹⁸ a výměnou starších turbín za technologicky vyspělejší a výkonnější. Nejvíce elektřiny vyrobily v roce 2010 větrné elektrárny instalované na pevnině, a to 37,619 MWh. Na moři dosahoval podíl pouze 0,174 MWh, ale s pokračující výstavbou se brzy očekávají výraznější hodnoty. Offshore větrné elektrárny se staví v Severním a Baltském moři. První spuštěnou zkušební elektrárnou na moři byla v roce 2010 Alpha Ventus s 12 turbínami a celkovým výkonem 60 MW. V současnosti (2012) jsou v Severním moři v provozu dva větrné parky a dvě samostatné turbíny o výkonu 489,5 MW, dalších cca 23 parků s celkovým plánovaným výkonem více než 12 tisíc MW je v první fázi výstavby a dalších cca 50 parků je v procesu schvalování. V Baltském moři je v provozu jeden větrný park a jedna turbína s celkovým výkonem 50,8 MW. V první fázi výstavby jsou pak 4 parky s výkonem 1718 MW a v procesu schvalování 9 parků s výkonem více než 2000 MW. Koncem roku 2011 je v Německu instalováno 22297 turbín. [18] [26] [28]

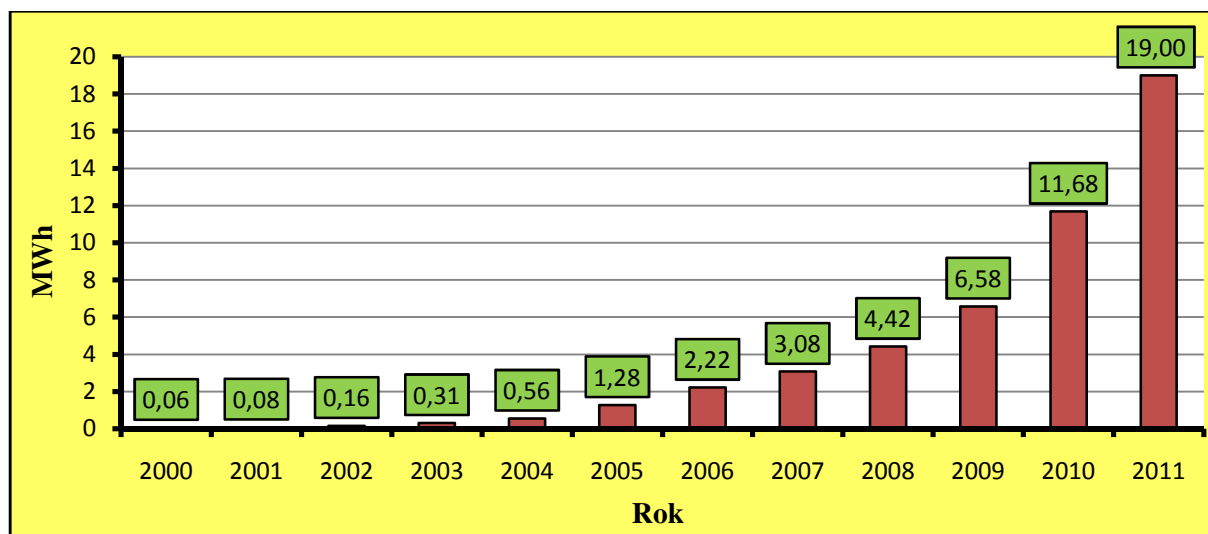
Solární energie je v Německu silně dotována a v posledních letech zaznamenala rapidní růst také z důvodu poklesu ceny fotovoltaických panelů až o 70 %. Vývoj produkce elektřiny z fotovoltaických elektráren zaznamenává graf č. 3.8. V roce 2010 tvořila fotovoltaika zhruba 2 % podíl z celkové produkce elektřiny a díky ní bylo vyrobeno

¹⁷ Onshore znamená výstavbu na pevnině, offshore výstavbu na moři.

¹⁸ Shluk větrných turbín, které jsou propojeny k elektrické síti jako jedna elektrárna.

11,683 MWh. V roce 2011 dosahovala výroba elektřiny 19 MWh což je 3 % z celkové produkce elektřiny. Pro rok 2012 se očekává 4 % podíl.

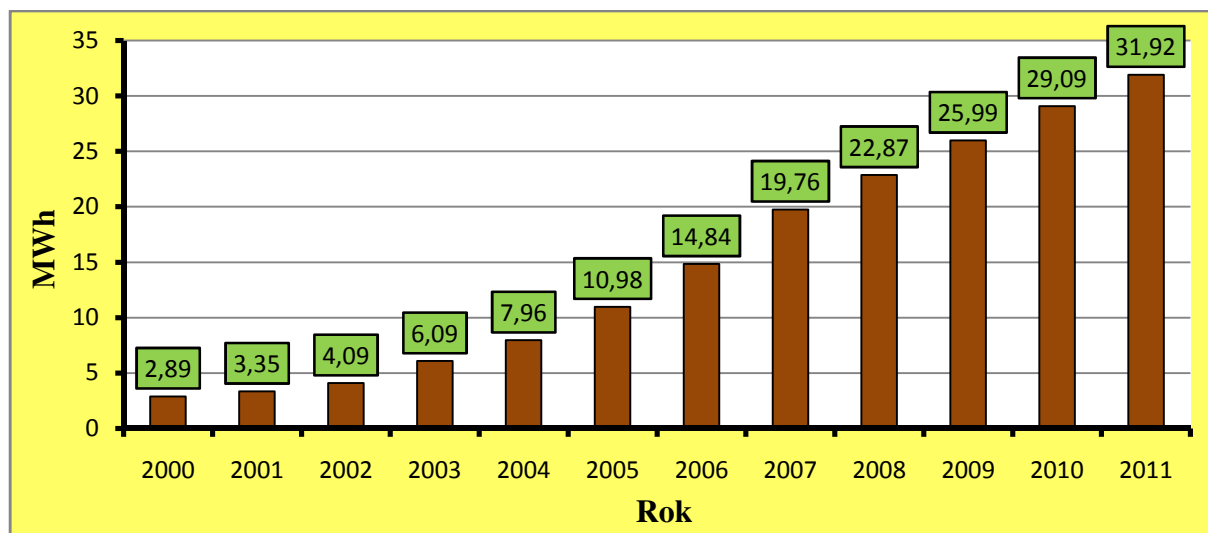
Graf 3.8 Vývoj produkce elektřiny z fotovoltaických elektráren (MWh)



Zdroj: Development of renewable energy sources in Germany 2011, [41]

Výhodou fotovoltaických elektráren je jejich snadná instalace, dostupnost díky poskytovaným dotacím a možnost je provozovat na jakékoli budově. Díky těmto výhodám je německý trh s fotovoltaickými panely největší na světě a působí zde cca 10 tisíc podniků (včetně dodavatelů a instalačních firem). [17] [41]

Graf 3.9 Vývoj produkce elektřiny z biomasy¹⁹ (MWh)



Zdroj: Development of renewable energy sources in Germany 2011, [41]

Dle grafu 3.9 se biomasa v Německu stává také jedním z významných obnovitelných zdrojů elektřiny. Ve sledovaném období se hodnota produkce z biomasy 2,89 MWh zvýšila na 31,92 MWh v roce 2011 a její podíl na celkové produkci elektřiny byl cca 5 %. Díky

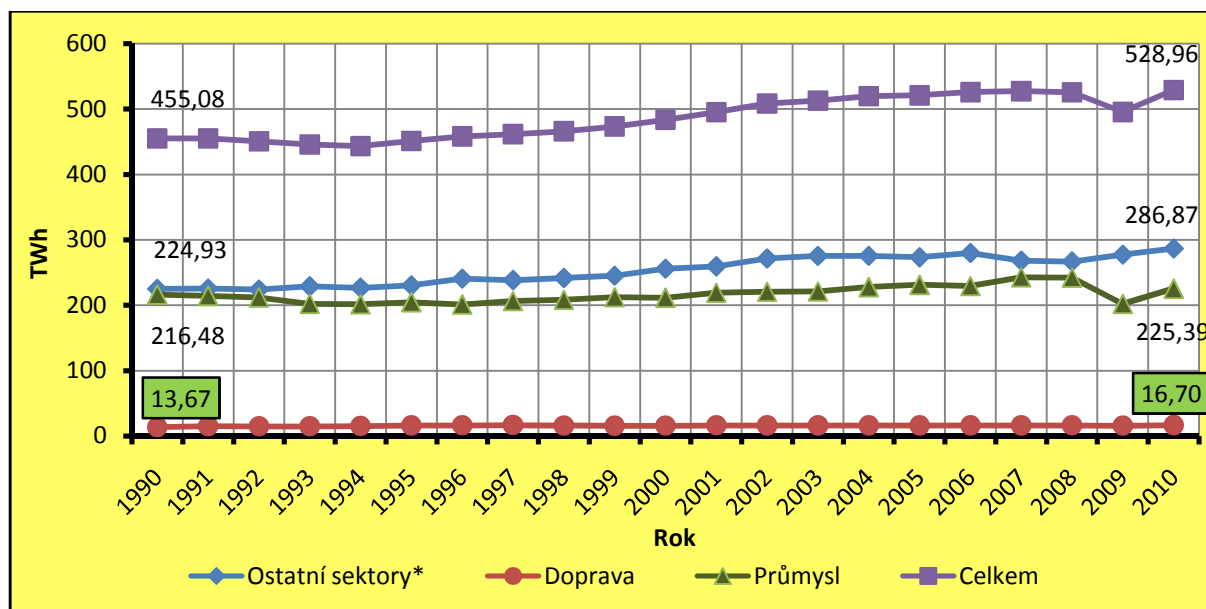
¹⁹ Pevná a kapalná biomasa, bioplyny, kal a skládkový plyn.

moderním technologiím a inovacím dosahují spalovací elektrárny na biomasu účinnosti až 90 %. Nejvíce se biomasa používá na kombinovanou výrobu tepla a elektřiny, kdy se odpadní teplo používá například na vytápění přilehlých měst nebo pro technologické procesy v průmyslu. Průmysl zpracovávající biomasu v roce 2010 zaměstnává přibližně 122 tisíc zaměstnanců. Na konci roku 2010 bylo v Německu téměř 264 elektráren a tepláren s kombinovanou výrobou elektřiny a s instalovanou kapacitou cca 1250 MW.

3.2 Spotřeba elektřiny

Vývoj celkové a sektorové spotřeby elektrické energie v Německu udává graf č. 3.10. Spotřeba elektřiny kopíruje trend výroby a ve sledovaném období má stoupající charakter s nepatrnými výkyvy. V roce 2009 zaznamenáváme pokles celkové spotřeby cca o 30 TWh, která má nepochybně návaznost na hospodářskou recesi v tomto období. Následně se spotřeba vrací do původních hodnot a dosahuje 528,96 TWh. Na recesi nejvíce reaguje průmyslové odvětví, které zaznamenává v roce 2009 značný pokles spotřeby o 40 TWh. Ostatní sektory nebyly ovlivněny a i přes působnost recese se spotřeba nadále zvyšovala až na 286,87 TWh. Odvětví dopravy vykazuje stabilní hodnoty a oproti roku 1990 se spotřeba zvýšila jen nepatrně cca o 3 TWh.

Graf 3.10 Vývoj spotřeby elektřiny v Německu v letech 1990 – 2010 (TWh)

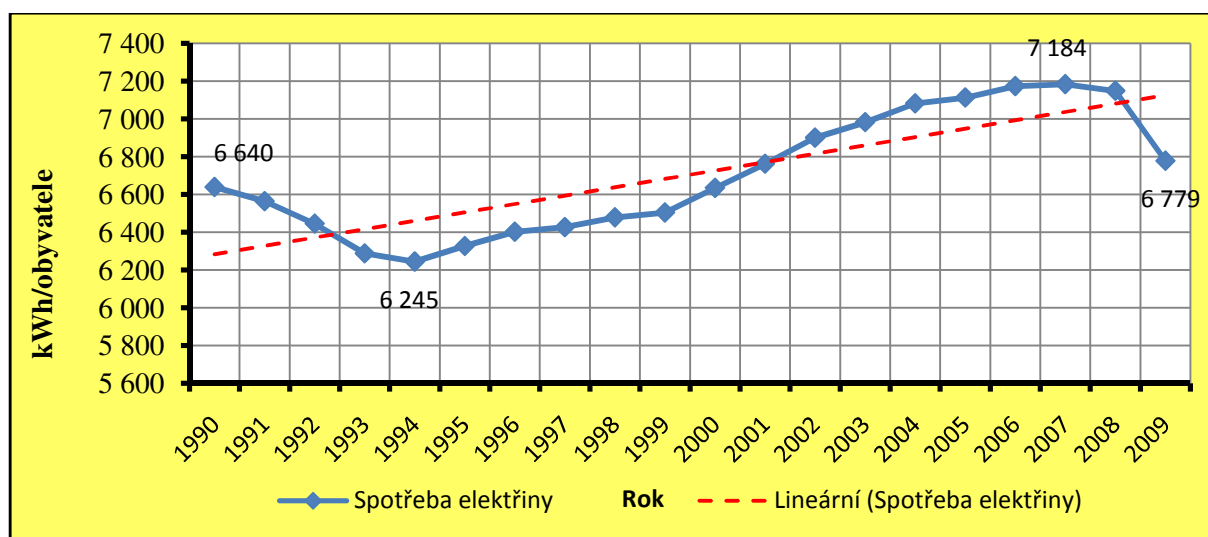


* Zahrnuje domácnosti, služby, obchod.

Zdroj: Eurostat

V grafu 3.11 vidíme vývoj spotřeby elektřiny na obyvatele. Tento ukazatel je jedním z mnoha indikátorů rozvoje hospodářství. Vývoj spotřeby na obyvatele má podobné rysy jako celková spotřeba elektřiny v grafu 3.10. Počáteční pokles spotřeby bychom mohli zařadit do období po sjednocení NDR a SRN, kde se vyrovnávala struktura hospodářství a uzavíraly se staré podniky a elektrárny v NDR. V tomto období do roku 1994 poklesla spotřeba až na 6245 kWh. Do roku 2007 následuje trvalý nárůst až na nejvyšší hodnotu sledovaného období 7184 kWh. V roce 2009 nastává z důvodu recese propad o cca 400 kWh na 6779 kWh.

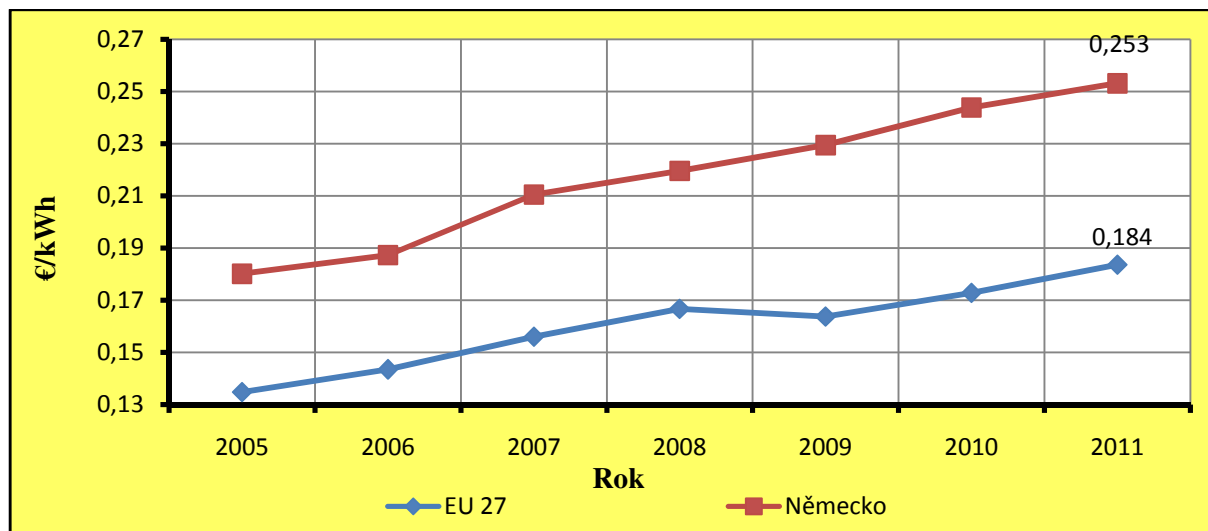
Graf 3.11 Vývoj spotřeby elektřiny v letech 1990 - 2009 (kWh/obyvatele)



Zdroj: Word bank Germany data

Průměrná německá domácnost zaplatila v roce 2011 za 1 kWh 0,253 €. S porovnáním s průměrem EU je to poměrně vysoká cena, jak vyplývá z grafu 3.12. Vysoká cena elektřiny, kterou nejen domácnosti musejí zaplatit, je důsledkem zavádění obnovitelných zdrojů a jejich podpory. V roce 2009 cca 40 % ze zaplacené ceny elektřiny připadlo na podporu OZ. Nejvíce je zvýšení ceny spojováno s masivním rozšiřováním fotovoltaických panelů na střechách rodinných domů. I přes velký odpor prodejců, některých spolkových zemí, politiků a zájmových skupin se Německý spolkový sněm rozhodl v roce 2010 snížit výkupní sazby elektřiny z fotovoltaických panelů až o 16 %. Podle novely EEG se od roku 2012 má ještě snížit výkupní cena v rozmezí od 3 % do 12 %. [6]

Graf 3.12 Vývoj ceny elektřiny pro domácnosti²⁰ (€/kWh)

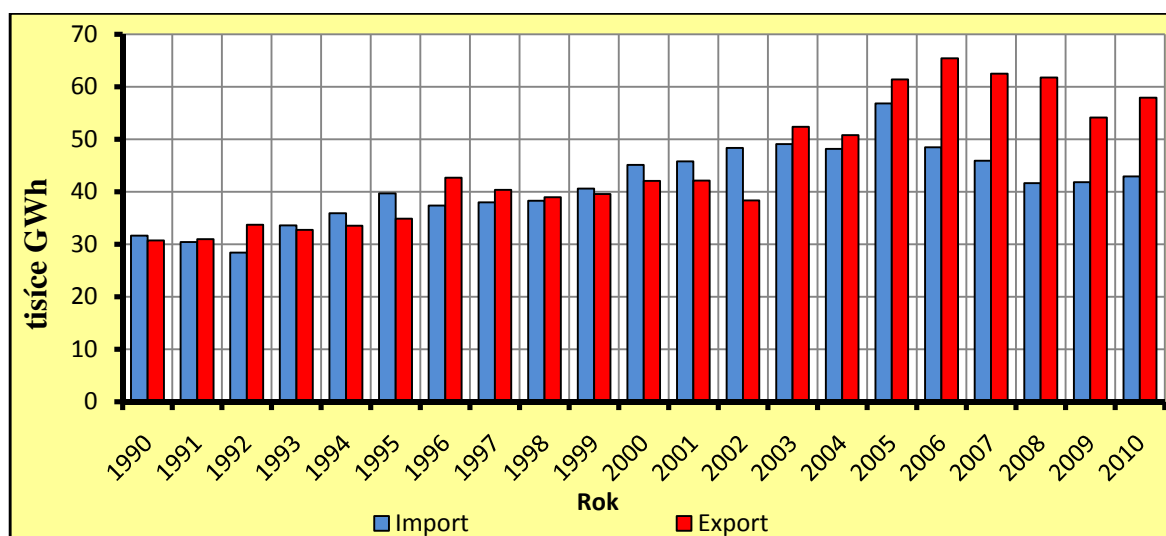


Zdroj: Eurostat

3.3 Import a export elektřiny

Bilanci importu a exportu elektrické energie Německa udává graf č. 3.3. V první dekádě sledovaného období je dovoz a vývoz elektřiny zhruba na stejné úrovni a pohybuje se v rozmezí cca 30-40 tis GWh. V následující dekádě zaznamenáváme podstatné rozdíly. V roce 2000 je dovoz větší než vývoz a tento trend pokračuje až do roku 2002, kde rozdíl dosahuje zhruba 10 tis GWh pro dovoz. V následujících letech vývoz značně převyšuje a dovoz se snížil až na hodnotu z roku 1999. Nejvýše vývoz dosahuje za sledované období cca 65 tis GWh v roce 2006. Údaje z roku 2005 – 2010 naznačují, že Německo vyrábí více proudu, než spotřebuje.

Graf 3.13 Bilance importu a exportu elektřiny Německa v letech 1990 - 2010 (tis. GWh)

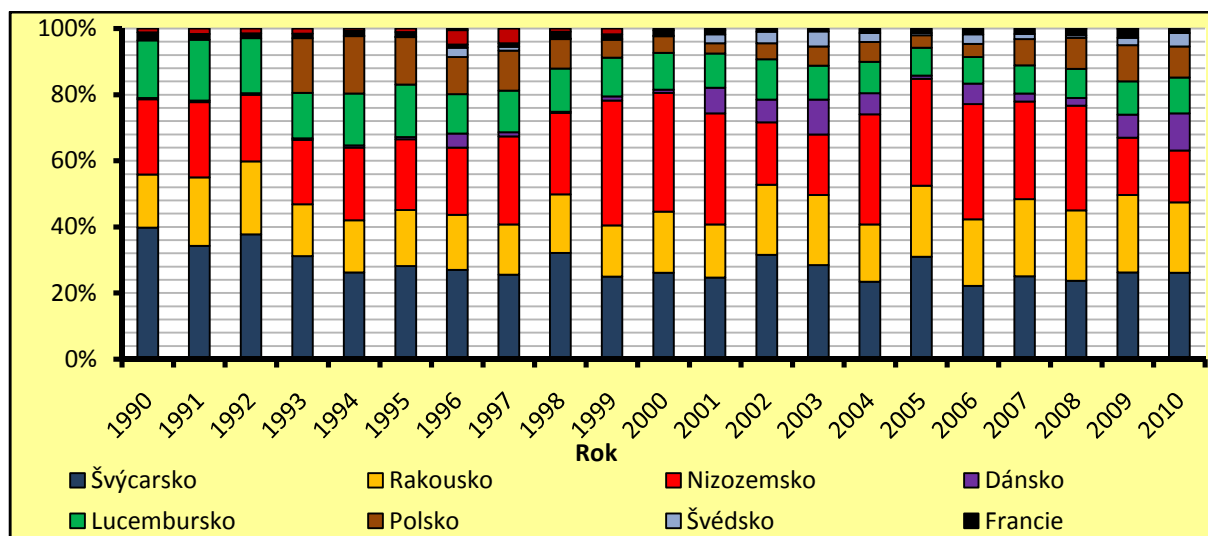


Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

²⁰ S roční spotřebou mezi 2500 a 5000 kWh, cena s veškerými poplatky a DPH.

Německo vyváží elektřinu celkově do jedenácti evropských států dle grafu č. 3.6. Nejvyšší vývoz zaznamenáváme do Švýcarska, Rakouska a Nizozemska. Podíl těchto tří zemí se pohybuje v rozmezí od cca 60 do 80 % celkového německého exportu. Dalšími významnými dovozci jsou Dánsko, Polsko a Lucembursko, kde jejich podíl v roce 2010 představuje cca 30 %. Naopak nejmenší hodnotu dovozu vykazují Česká republika, Rumunsko, Švédsko, Slovinsko, a Francie.

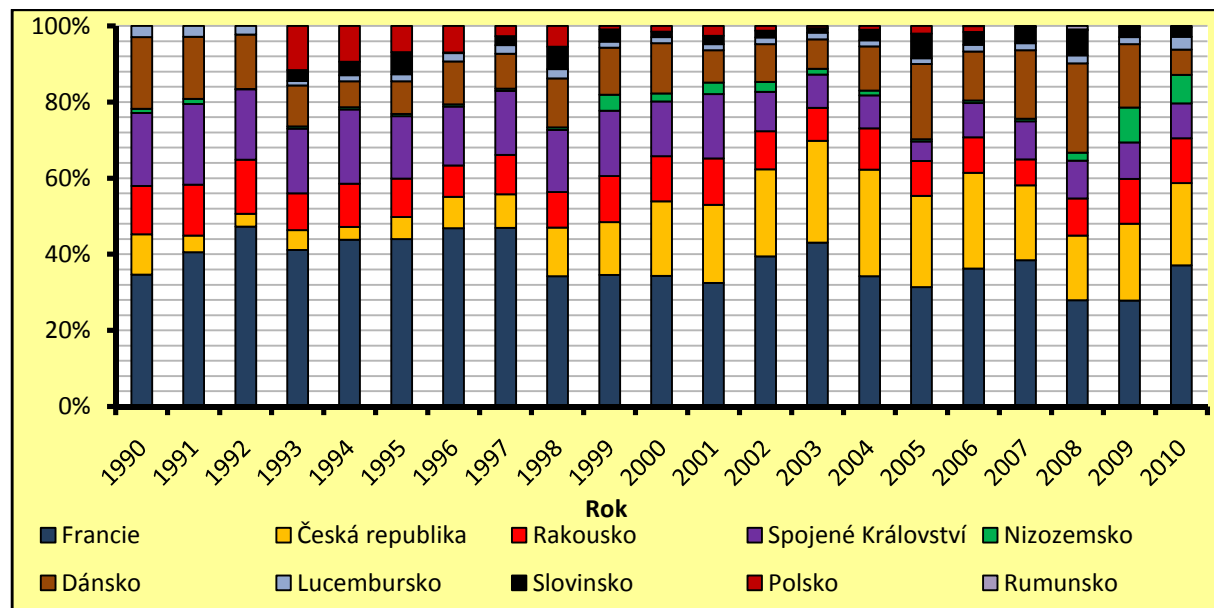
Graf 3.14 Podíly států dovážejících elektřinu z Německa (%)



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Z grafu č. 3.7 vyplývá, že největšími vývozci elektřiny do Německa jsou Francie, Česká republika, Rakousko a Spojené Království. Za celé období se jejich podíl pohybuje okolo 70-80 %. Podíl vývozu České republiky je zpočátku zanedbatelný, ale od roku 1995 jeho podíl na vývozu značně narůstá a představuje tak druhého největšího vývozce elektřiny po Francii. Mezi vývozce s malým podílem řadíme Nizozemsko, Dánsko, Lucembursko, Slovinsko, Polsko a Rumunsko. Dánsko i přes svůj menší podíl dosahuje v letech 2005 až 2009 značného procenta z celkového vývozu.

Graf 3.15 Podíly států vyvážejících elektrinu do Německa (%)



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

4 Prognóza energetické spotřeby

V předchozí kapitole byl analyzován současný stav německé energetiky se zaměřením na výrobu elektrické energie. V této části práce se pokusíme poodhalit nastavení cílů, které Německo a Evropská unie plánují v sektoru energetiky (konkrétně v produkci elektřiny) do nejbližší budoucnosti 20 až 30 let.

4.1 Evropa 2020

Evropský kontinent je velmi závislý na dodávkách fosilních paliv (tabulka 3:1), bez kterých nemůže fungovat. Závislost na dovozu paliv, znečištění ovzduší, problém globálního oteplování a hospodářská krize vyvolala širokou diskuzi o budoucím vývoji Evropské unie. Nový směr rozvoje by měla nastínit strategie *Evropa 2020* vytvořená v roce 2010. Strategie obsahuje pět cílových oblastí – zaměstnanost, výzkum a vývoj, změna klimatu a energetika, vzdělávání, chudoba a sociální vyloučení, které mají udržet EU konkurenceschopnou v globálním měřítku. Jednotlivé oblasti na sebe navazují a splnění třeba jen jednoho cíle zásadně ovlivní i ostatní. Například cíl vzdělávání a zvýšený podíl vysokoškolsky kvalifikovaných občanů navazuje na výzkum a vývoj (více vědců), produkce nových poznatků a technologií ovlivní průmyslový sektor (nové obory) a ten vytváří nová místa a snižuje nezaměstnanost.

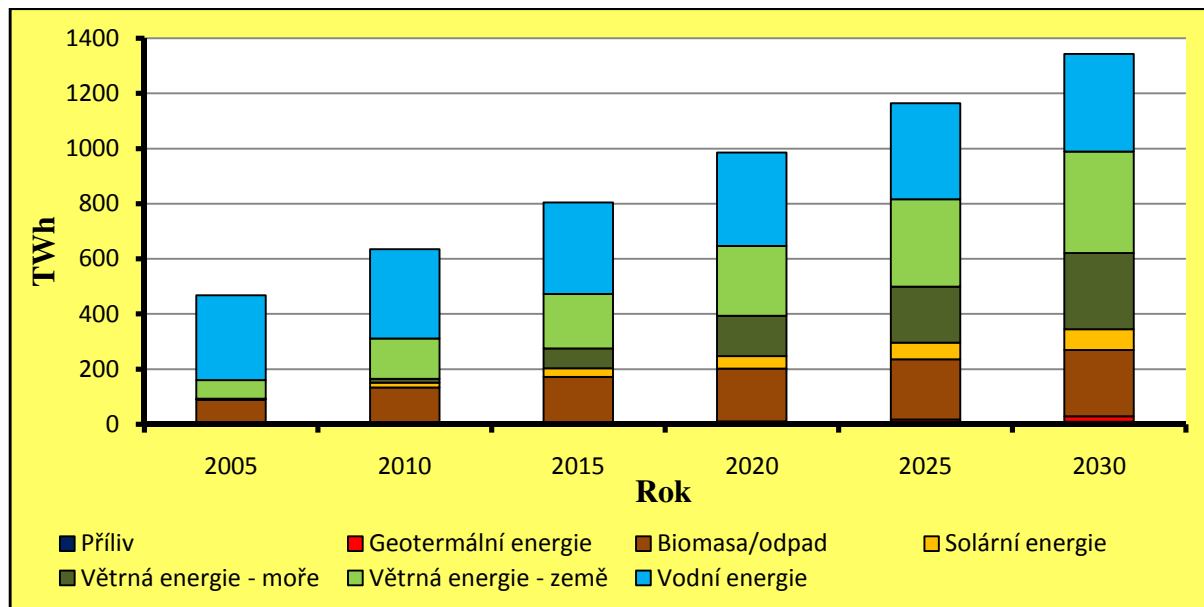
Globální oteplování a energetika spolu také velice souvisí a doplňují se. Energetika je odvětví, které se podílí více než 80 % na vypouštění emisí skleníkových plynů. V rámci strategie obsahuje „*změna klimatu a energetika*“ tři dílčí cíle:

- snížit emise skleníkových plynů o 20 % (nebo dokonce o 30 %, pokud k tomu budou vytvořeny podmínky) ve srovnání se stavem v roce 1990,
- zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů na 20 %,
- zvýšit energetickou účinnost o 20 %.

Uvedené cíle jsou hlavní hodnoty, které by měla Evropská unie dosáhnout do roku 2020. Každý členský stát si tyto cíle převádí do svých vnitrostátních cílů, které se mohou nepatrně odlišovat. Zvýšení energetické účinnosti (snížení závislosti) může EU ušetřit až 60 miliard EUR za dovoz ropy a ostatních paliv. Nově se dynamicky rozvíjející sektor s obnovitelnými zdroji by díky zvýšení podílu na 20 % mohl vytvořit až 600 000 pracovních míst po celé EU. [36] [37]

Zpráva Komise z roku 2010 o prioritách energetických infrastruktur do roku 2020 udává základní cíle, které musí být splněny, aby byly zabezpečeny bezporuchové dodávky elektřiny a energie v EU. Prvořadým úkolem v období do roku 2020 by měla být modernizace a zdokonalení energetických sítí, které budou vyhovovat zvyšující se poptávce po elektřině. V rámci produkce a distribuce elektřiny Komise počítá se zvyšováním podílu OZ, které mají jiný charakter výroby elektřiny než klasické tepelné a jiné elektrárny. Zásadním rozdílem produkce elektřiny z OZ a konvenčních elektráren je jejich stabilita dodávek. Tepelné či jaderné elektrárny ovlivňuje lidský faktor, který rozhoduje kdy a kolik se vyrobí elektřiny. U OZ se tato výhoda neobjevuje. Vítr nevane stále po celý den a slunce nesvítí všude stejně intenzivně (Příloha č. 23) a případné přebytky nebo ztráty elektřiny se musejí vyřešit. Prognózu výroby elektřiny do roku 2030 z OZ udává graf 4.1. Kdybychom počítali, že výroba elektřiny bude v EU stejná k roku 2010 (3345,6 TWh²¹), bylo by dosaženo podílu OZ v roce 2020 na celkové produkci cca 30 %. Při úvaze, že se výroba elektřiny bude konstantně zvyšovat (také z důvodu růstu ekonomiky) jak je patrné z grafu 4.2, je pravděpodobnější podíl produkce z OZ 20 - 25 %. Nejvíce předpověď počítá s rozmachem větrné energie, především výstavbou elektráren na moři. Růst zaznamenávají i další OZ – solární energie, biomasa. Stejnorodý podíl zaznamenáváme u vodní energie, která se již blíží svému maximálnímu potenciálu.

Graf 4.1 Hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů (TWh)

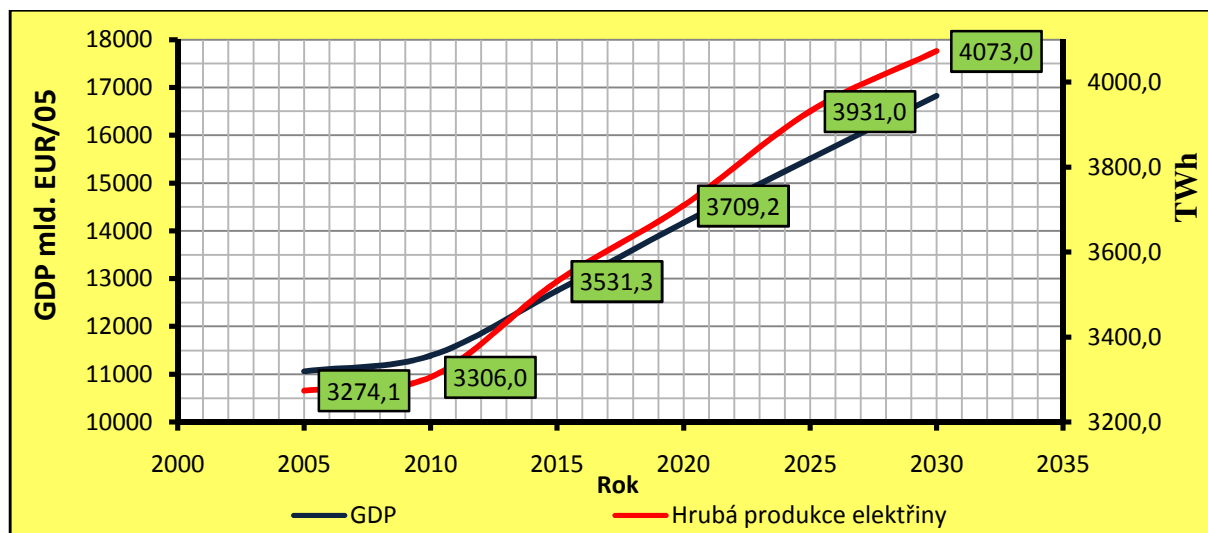


Zdroj: EU energy trends to 2030: update 2009 [69]

²¹ Zdroj Eurostat

Posílení energetických sítí by proto mělo směřovat do oblastí, kde se nyní budují nové kapacity výroby z OZ, například v severních mořích nebo v jižní Evropě (Příloha č. 24).

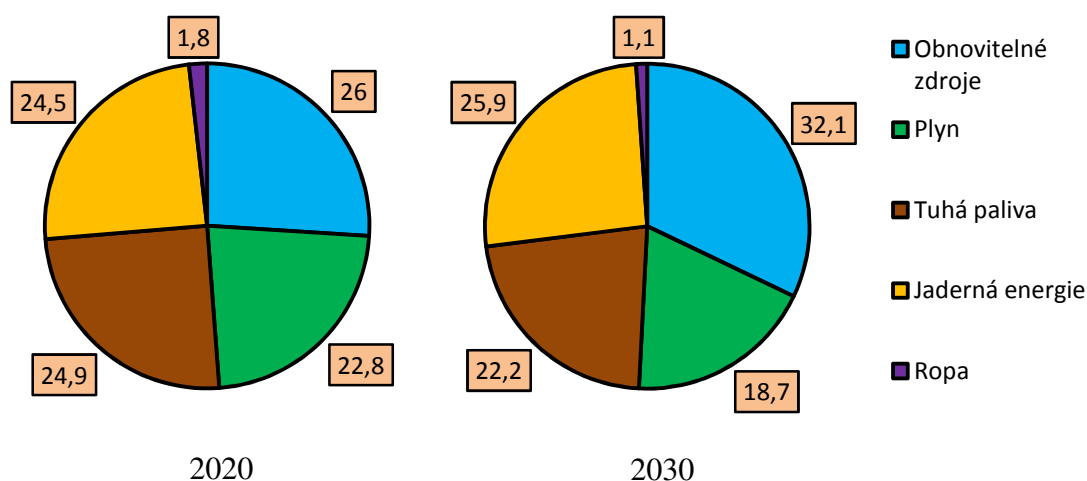
Graf 4.2 Výhled produkce elektřiny a vývoje hrubého domácího produktu Evropské unie do roku 2030



Zdroj: EU energy trends to 2030: update 2009 [69]

Důležité bude propojit novými inteligentními sítěmi²² celý kontinent Evropy, aby byly náklady na rozvoj energetiky s OZ co nejnižší. Do roku 2050 by se měly energetické sítě ještě více rozvíjet a připravovat se na zásadní podíl výroby z OZ pomocí vysokonapěťových dálkových technologií a nových technologií skladování elektrické energie. [37]

Graf 4.3 Struktura zdrojů výroby elektřiny v roce 2020 a 2030 (%)



Zdroj: EU energy trends to 2030: update 2009 [69]

²² Jsou to silové elektrické a komunikační sítě, které umožňují regulovat výrobu a spotřebu elektrické energie v reálném čase, jak v místním, tak v globálním měřítku. ZDROJ: <http://www.investicniweb.cz/trhy/sektory/2010/6/25/clanky/smart-grid-vetsi-humbuk-nez-internet/>

Na výrobu elektřiny se v nejbližší době budou stále podílet fosilní zdroje energie, jak vyplývá z grafu 4.2. Investicemi do OZ by se ale podíl pevných paliv a plynu měl zmenšovat. Naopak jaderná energie podle prognózy by si měla udržet čtvrtinu produkce elektřiny. Jedním z důvodů, proč by se využívání jaderné energie nemělo zmenšovat, bychom mohli nalézt ve snižování emisí. EU se zavázala do roku 2050 snížit hodnotu emisí skleníkových plynů o 80 – 95 % pod úroveň roku 1990. Provoz jaderných elektráren produkuje znatelně méně skleníkových plynů než tepelných elektráren. Hospodářský vývoj (nebo přírodní podmínky) některých zemí EU nedovoluje provádět masivní investice do obnovitelných zdrojů a tak by se výstavba jaderných elektráren (v rámci snižování emisí) stála racionální volbou pro zabezpečení dodávek elektřiny.

V roce 2011 přijala Komise sdělení s názvem „Energy Roadmap 2050“. Je to dokument zabývající se přechodem EU k nízkouhlíkové ekonomice do roku 2050. Zkoumá jakým způsobem tohoto přechodu dosáhnout, aby byla zajištěna bezpečná dodávka energie a konkurenceschopnost. Směr přeměny je již vytýčen dokumentem Evropa 2020 a bude zajímavé, jestli se tyto ambiciózní plány podaří v evropském prostoru uskutečnit. (22)

4.2 Německý přechod k nízkouhlíkové energetice

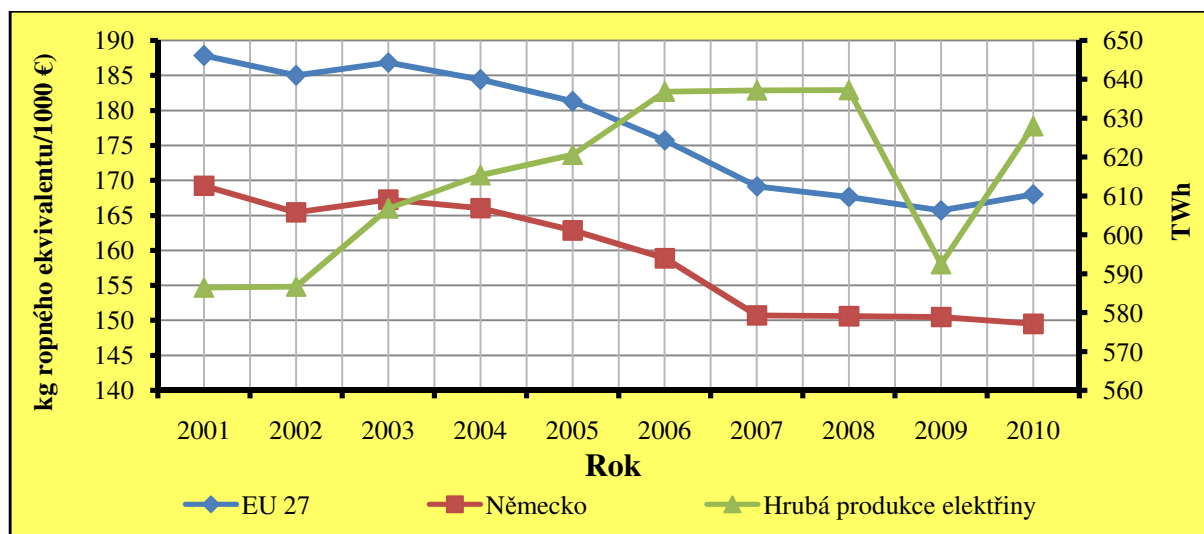
Německo jako nejsilnější ekonomika a „tahoun“ EU bude i nadále chtít hospodářsky růst a expandovat. Udržet si své světové postavení a být schopno obstát ve světové konkurenci v 21. století - to jsou hlavní priority pro plánování hospodářské budoucnosti Německa. Hlavním nástrojem má být přechod na nízkouhlíkovou ekonomiku a snížení celkové energetické náročnosti.

Německo již začalo snižovat emise v návaznosti na závazky plynoucí z Kjótského protokolu (snížení vypouštění skleníkových plynů o 21 % do roku 2009) a postupně začalo snižovat i svou energetickou náročnost, jak uvádí graf 4.6, a to razantněji než je průměr EU. I přes pokles produkce skleníkových plynů a nižší náročnosti hospodářství se zvyšuje hrubá produkce elektřiny, což může naznačovat měnící se strukturu energetického mixu a nové technologie, které se zavádějí v oblasti výroby elektrické energie. Dalším možným důvodem snižování náročnosti ekonomiky je nahrazování starých neefektivních postupů výroby v průmyslu moderními inovacemi a úsporné technologie, které se zavádějí na snížení energetické náročnosti budov. [14]

Snižovat emise a pokračovat ve snižování závislosti na dovážených zdrojích má Německo v plánu i do budoucna. Do roku 2020 se zavázalo snížit celkově vypouštěné emise o 40 % k roku 1990, což je velmi pravděpodobné, když v současnosti (2012) pokrývá snížení

již dvě třetiny. Ambiciózním plánem do roku 2050 je pak snížení emisí až o 80 – 95 % k hodnotám roku 1990 a zvyšování podílu OZ na výrobě elektrické energie z 80 %. [67]

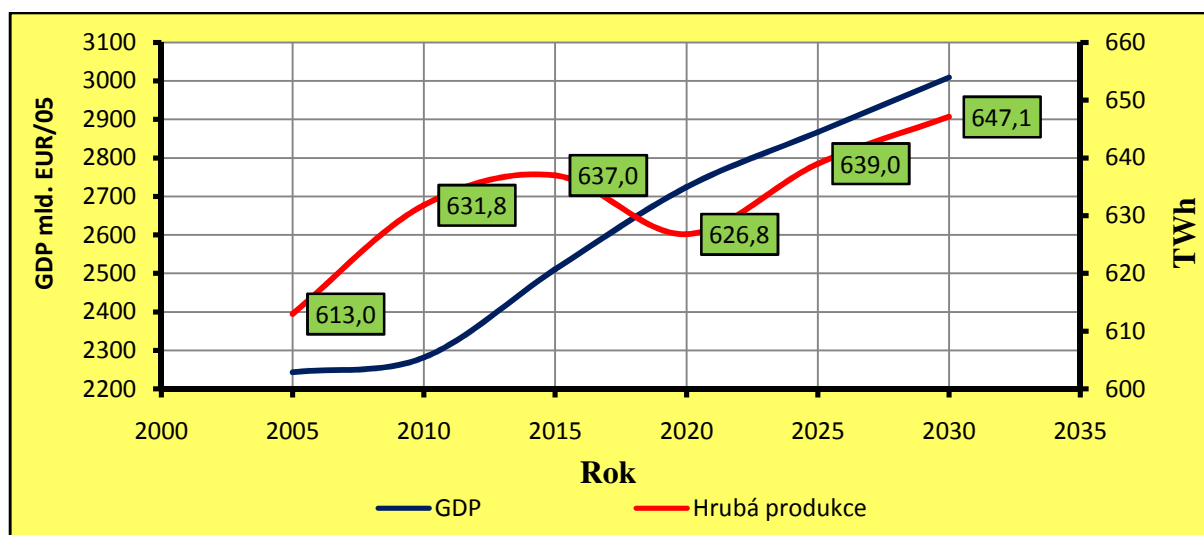
Graf 4.4 Energetická náročnost hospodářství²³ (kg ropného ekvivalentu/1000 €)



Zdroj: Eurostat

Zvyšování produkce elektřiny má určitou návaznost na růst hrubého domácího produktu. Naznačuje nám, že s rostoucí ekonomikou roste i výroba (spotřeba) elektřiny. V grafu 4.4 je naznačena předpověď produkce elektřiny cca do roku 2030. Můžeme pozorovat, že podle prognózy se v letech 2015 – 2020 nepatrně sníží hrubá produkce elektřiny. Můžeme jen odhadovat, ale pravděpodobně se jedná o překlenutí mezi nahrazením

Graf 4.5 Produkce elektřiny a vývoje hrubého domácího produktu Německa do roku 2030



Zdroj: Zdroj: EU energy trends to 2030: update 2009 [69]

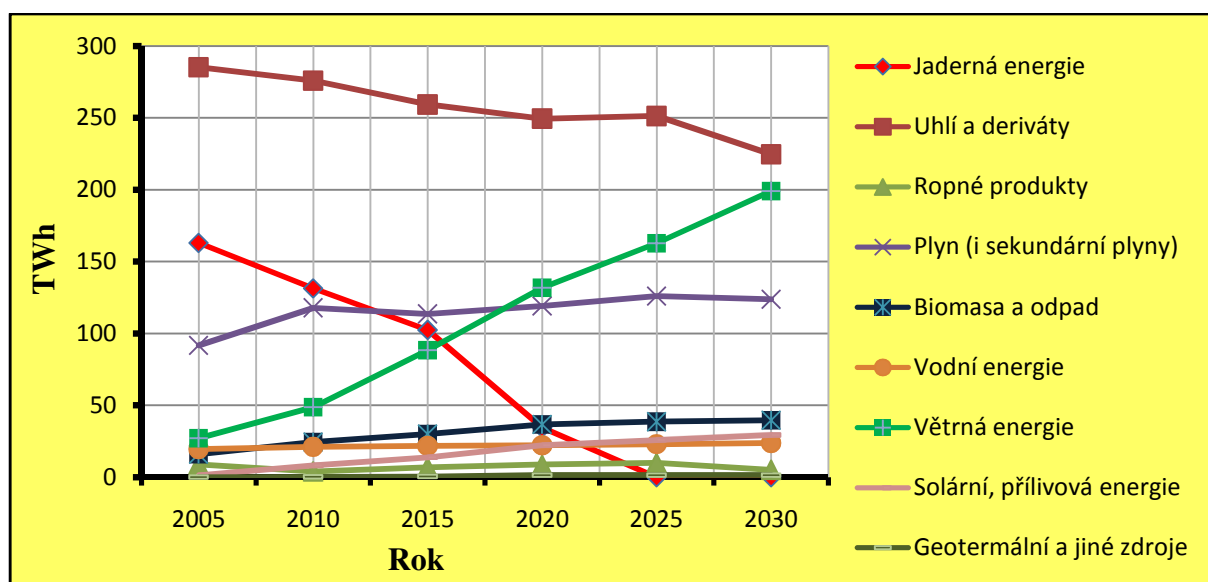
²³ Tento ukazatel je poměr mezi hrubou domácí spotřebou energie a hrubým domácím produktem (HDP) pro daný kalendářní rok. Měří spotřebu energie v ekonomice a jeho celkovou energetickou účinnost. Hrubá spotřeba energie se počítá jako součet hrubé domácí spotřeby energie z pěti typů: uhlí, elektřina, ropa, zemní plyn a obnovitelné zdroje energie.

výroby elektřiny z jaderných elektráren obnovitelnými zdroji.

Útlum jaderné energetiky

Jak bylo rozhodnuto v roce 2011, má jaderná energetika v Německu „červenou“ a do roku 2012 se má definitivně uzavřít poslední jaderná elektrárna Neckarwestheim ve spolkové zemi Bádensko-Württembersko. Rozhodnutí o odstoupení připraví Německo o zhruba 20 tisíc MW výkonu, který musí být nahrazen, aby byly zajištěny plynulé dodávky elektřiny. Z grafu 4.6 můžeme vypožorovat, že útlum jaderné energetiky by měl být z větší části nahrazen větrnou energií, která podle předpovědi jej plně nahradí v období kolem roku 2025. Zvyšování podílu ostatních OZ by nejspíše stačilo k vyrovnání poklesu v používání uhlí a jeho derivátů na výrobě elektřiny.

Graf 4.6 Vývoj v používání zdrojů na výrobu elektřiny v letech 2005 - 2030 (TWh)

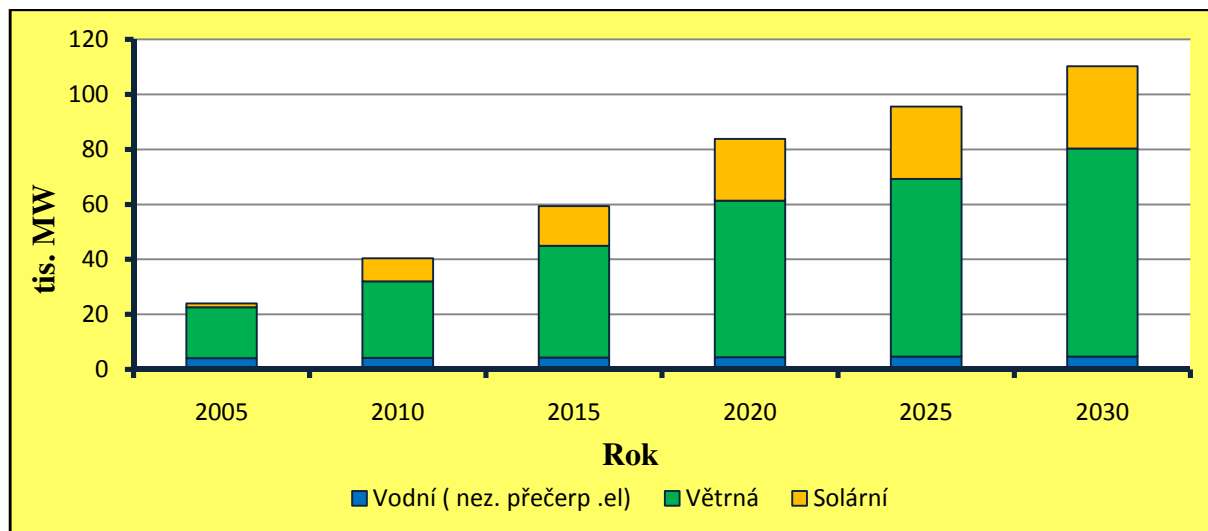


Zdroj: Zdroj: EU energy trends to 2030: update 2009 [69]

Nastává otázka, zda při zvyšování výroby (spotřeby) elektřiny budou OZ stačit vyrábět dostatek elektřiny, když bude klesat podíl tepelných a jaderných elektráren. Má Německo dostatečnou kapacitu pro využívání OZ? Kolik MW výkonu musí mít nové elektrárny, aby byla zabezpečena plynulá dodávka elektřiny? Odpovědi na tyto otázky bychom mohli nalézt v následujícím odhadu.

Dle grafu 4.7 by v roce 2030 měla být celková instalovaná kapacita elektráren z obnovitelných zdrojů cca 110 tis. MW. Při úvaze poklesu tepelných elektráren na uhlí a vyloučení jaderných elektráren (současný výkon cca 20 tis. MW) by je mohly nové kapacity obnovitelných zdrojů plně nahradit, i když vezmeme na vědomí zvyšující se výrobu elektřiny. Stačí ale OZ zajistit výrobu elektřiny z 80 %, jak je naplánováno do roku 2050?

Graf 4.7 Vývoj instalovaných kapacit elektráren v letech 2005 – 2030 (tis. MW)



zdroj: Zdroj: EU energy trends to 2030: update 2009 [69]

Potencionální kapacitu produkce z obnovitelných zdrojů v Německu nám přibližuje tabulka 4.1 s výchozím rokem 2010. V roce 2010 byl celkový podíl na výrobě elektřiny cca 17 %. Kdyby byly využity níže uvedené kapacity, dokázalo by se produkovat více než 100 % současné výroby elektřiny. Takže z teoretického hlediska by plánovaných 80 % produkce elektřiny z OZ bylo dosaženo. Největší možnou kapacitu zaznamenáváme u fotovoltaických a větrných elektráren. I přes značnou kapacitu fotovoltaických elektráren je odhadovaná roční výroba menší ve srovnání s větrnými elektrárnami. Možným důvodem je nízká účinnost solárních panelů s ohledem na nižší intenzitu slunečního záření (Příloha č. 23) v Německu. Možné rozšíření kapacity je také u biomasy a geotermální energie.

Tabulka 4.1 Dlouhodobě využitelná potenciální kapacita obnovitelných zdrojů v Německu

Výroba elektřiny	TWh (2010)	Potenciální kapacita		Poznámka
		TWh/ročně	MW	
Vodní elektrárny ²⁴	20,6	25	5 200	Tekoucí voda a přírodní přítok do rezervoárů
Větrné elektrárny na souši ²⁵	37,6	175	70 000	Energie vypočítaná na základě průměru 2500 hod/rok
Větrné elektrárny na moři	0,2	280	70 000	Energie vypočítaná na základě průměru 4000 hod/rok
Biomasa (včetně bio.odpadu)	33,3	60	10 000	Podobná výroba jako v CHP
Fotovoltaika	11,7	150	165 000 ²⁶	Pouze vhodné střechy, fasády a městské oblasti
Geotermální energie	0,03	90	15 000	Rozsah 66 -0290 TWh v závislosti s použitím tepla (CHP)
Celkem	103,5	780	-	-
Podíl na výrobě elektřiny	17%	128,30%	-	-

Zdroj: DevelopmentRenewable Energy Sources in Figures [40]

²⁴ Nezahrnuje mořskou energii.

²⁵ Zatímní čísla.

²⁶ Kapacita je podle výkonu modulu, střídavá aktuální kapacita je kolem 150 GW.

Potíže s obnovitelnými zdroji

Jak už bylo zmíněno, OZ nedodávají potřebnou elektřinu po celý den. Pokud by v Německu dosáhli plánovaných 80 % výroby elektřiny z OZ do roku 2050, museli by vyřešit jak elektřinu uchovávat a efektivně dopravovat. Již nyní jsou plánovány a realizovány projekty na vytvoření nových inteligentních přenosových sítí a skladovacích zařízení. Přenosové sítě by v budoucnu měly ustát nápor výroby elektřiny z větrných elektráren ze severních moří a napojení mnoha tisíců solárních panelů na budovách po celé zemi. Plánované koncepty přenosových sítí zahrnují zapojení celé Evropy, aby bylo dosaženo efektivního využití různého potenciálu zemí.

Zajištěním proti výkyvům v dodávce elektřiny by měly představovat skladovací zařízení nebo paroplynové elektrárny s rychlým nástupem produkce elektřiny. Skladovací zařízení může být například přečerpávací elektrárna nebo plánované hybridní vodíko-větrné elektrárny.

5 Závěr

Německo je silnou, ctižádostivou zemí a hnacím motorem Evropského kontinentu. Aby si udrželo svůj ekonomický růst, rozhodlo se pro novou cestu rozvoje. Cílem bakalářské práce byla analýza výroby a spotřeby elektrické energie v Německu za období od roku 1990 a postavení německé energetiky v Evropě (EU). V první kapitole byly uvedeny základní poznatky o elektřině a byla nastíněna světová výroba a spotřeba elektrické energie. Za období 20 let vzrostla světová výroba elektřiny dvojnásobně až na 21 325 TWh. Základními surovinami pro výrobu elektřiny jsou dlouhodobě fosilní paliva. Ve srovnání s ostatními světovými státy se Německo řadí mezi prvních deset největších producentů elektřiny. Aby si zajistilo takovou produkci, spotřebuje značné množství uhlí a ostatních fosilních paliv. Proto se řadí mezi prvních pět světových států s největší spotřebou uhlí, za účelem výroby elektřiny. Negativní skutečností je tedy závislost Německa na dovozech energetických surovin. Závislost je vyšší než průměr EU a to necelých 60 %. Možným východiskem z této závislosti je přechod na nízkouhlíkovou ekonomiku a nahradit fosilní paliva obnovitelnými zdroji.

Německá produkce elektřiny neustále roste a v roce 2010 dosahovala 627,9 TWh. Vyrábí bezmála jednu pětinu veškeré produkce EU. Vysoká produkce elektřiny znamená vypouštění značného množství skleníkových plynů a znečišťování životního prostředí díky podstatnému podílu tepelných elektráren. Německo se ale rozhodlo snižovat emise skleníkových plynů a od roku 1994 do roku 2006 poklesly hodnoty vypouštění o 19 %. Důležité bylo přijmout zákon o podpoře obnovitelných zdrojů EEG. Po přijetí se obnovitelné zdroje staly hlavním nástrojem snižování emisí a novým dynamicky se rozvíjejícím hospodářským oborem. Od roku 1998 se zvýšil podíl využívání větrné energie 9 krát a v roce 2009 byla celková instalovaná kapacita 25777 MW. Dalším podporovaným obnovitelným zdrojem je fotovoltaika, kde zaznamenáváme značný nárůst v posledních dvou sledovaných letech. V roce 2010 vyrobily solární panely 11,6 MWh, což představovalo 2 % z celkové produkce elektřiny. Značný nárůst byl v roce 2011, kde již solární panely vyprodukovaly 19 MWh a podíleli se již 3 % na celkové výrobě. Využití biomasy má také rostoucí charakter a v roce 2011 dosahovala produkce 31,92 MWh a 5 % podílu na celkové výrobě. Masivní rozmach OZ sebou přináší také zdražování elektřiny pro koncové uživatele. Průměrné německé domácnosti platí za elektřinu více než je průměr EU. V cenách jsou obsaženy daně a poplatky na podporu OZ a to až 40%. Rok 2011 znamená pro Německo odpoutání od jaderné energetiky. Po havárii JE v Japonsku se ihned rozhodlo postupně uzavřít do roku 2022 všech

17 jaderných elektráren. Německo tak přijde cca o čtvrtinu výroby elektřiny a o kapacitu zhruba 20 tisíc MWh.

Německo si do budoucna nastavilo ambiciózní cíle jak ve snižování emisí, tak v podílu OZ na výrobě elektřiny. Chtělo by dosáhnout do roku 2020 40 % úbytku vypouštění emisí k hodnotám roku 1990 a do roku 2050 80% podílu OZ na výrobě elektřiny. Podle prognóz a možných potencionálních kapacit OZ (až 110 tis MW), je tato vize reálná. Již nyní jsou hodnoty poklesu produkce emisí ze dvou třetin naplněny. Důležité bude zajistit kvalitní a stabilní dodávky elektřiny kvůli poklesu podílu jaderných elektráren. Německý energetický přechod nejvíce počítá se solární a větrnou energií. Větrná energie by měla plně nahradit jadernou energii.

V Evropské unii bude v rámci energetiky důležité posílit do budoucna především přenosové sítě a připravit je na zvýšenou dodávku elektřiny z OZ. Sítě musí propojeny a modernizovány ve všech státech, aby bylo efektivní OZ používat. Zásadním krokem bude vybudovat dostatečné kapacity pro uchovávání přebytečné elektřiny, především přečerpávacích elektráren v horských oblastech.

Přechod k nízkouhlíkové ekonomice v rámci celé Evropské unie nebude vůbec snadný. Nové budování přenosových sítí a modernizace energetického průmyslu bude stát obrovské finanční prostředky v řádu biliónu EUR. Německo je v tomto ohledu „vedoucím“ projektu, ale musí počítat také s tím, že některé státy nebudou s tak rychlým postupem souhlasit.

Seznam použité literatury

- [1] BERGSTEDT, Christel, Martin Erik HORN, Helmut MIKELSKIS, Rolf WINTER, Volkmar DITRICH a Klaus LIEBERS. *Člověk a příroda: Energie*. Plzeň: Fraus, 2005, 64 s. ISBN 80-7238-341-8.
- [2] BIČ, Josef. *Governance energetické politiky EU a potenciální pozice členských států*. Praha: Oeconomica, 2008. ISBN 978-80-245-1489-5
- [3] JÁČ, Ivan. *Hospodářská geografie*. 4., rozš. a aktualiz. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011, 119 s. ISBN 978-80-7372-478-8
- [4] JENÍČEK, Vladimír a Jaroslav FOLTÝN. *Globální problémy světa: v ekonomických souvislostech*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2010, 324 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-326-4.
- [5] JENÍČEK, Vladimír. *Globální problémy a světová ekonomika*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2003, 269 s. ISBN 80-717-9795-2.
- [6] KOCOUREK, Martin. *Fotovoltaika a růst cen elektřiny: sborník textů*. Vyd. 1. Editor Marek Loužek. Praha: CEP - Centrum pro ekonomiku a politiku, 2010, 139 s. Ekonomika, právo, politika, č. 86/2010. ISBN 978-808-6547-978.
- [7] LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Zdroje a využití energie*. 1. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007, 141 s. ISBN 978-80-213-1647-8.
- [8] MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika: se zaměřením na obnovitelné zdroje*. 1. vyd. Praha: C.H. Beck, 2009, 204 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-807-4001-123.
- [9] SEQUENS, Edvard. *Jaderná energetika: jen problémy a žádné řešení: pravda o jaderné energetice*. České Budějovice: Calla - Sdružení pro záchranu prostředí, 2010, 15 s. ISBN 978-80-87267-11-0.
- [10] ŠIMÍČKOVÁ, Marcella. *Environmentální ekonomie*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1998. 131 s. ISBN 80-707-8530-6.
- [11] ŽÍDEK, Libor. *Dějiny světového hospodářství*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2007, 391 s. ISBN 978-807-3800-352.

Internetové zdroje

- [12] ARCHI EXPO. Small vertical axis wind turbine (helical Savonius rotor): S322-2,5 KW - HELIXWIND [online]. [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: <http://www.archiexpo.com/prod/helixwind/small-vertical-axis-wind-turbines-helical-savonius-rotor-62253-159872.html>

- [13] BP. BP Statistical Review of World Energy June 2011 [online]. London, © 1996-2012 BP [cit. 2012-04-18]. Dostupné z: <http://www.bp.com/sectionbodycopy.do?categoryId=7500&contentId=7068481>
- [14] BMU - English - Climate - Kyoto Protocoll. The Federal Environment Ministry [online]. Berlin, 2011 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: http://www.bmu.de/english/climate/international_climate_policy/kyoto_protocol/doc/41823.php
- [15] BRIGHT HUB. Vertical Wind Turbine Technology: The Darrieus Type [online]. © 2012 [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: <http://www.brighthub.com/environment/renewable-energy/articles/92978.aspx>
- [16] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Erneuerbare Energien - EE: Startseite Erneuerbare Energien [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: http://www.erneuerbare-energien.de/erneuerbare_energien/aktuell/4590.php
- [17] BUNDESVERBAND SOLARWIRTSCHAFT. Pressemeldungen BSW-Solar: Bundesverband Solarwirtschaft e.V [online]. © 2012 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.solarwirtschaft.de/index.php>
- [18] BUNDESVERBAND WIND ENERGIE. Bundesverband WindEnergie e.V. [online]. Berlin [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.wind-energie.de/>
- [19] CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY [online]. Washington [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <https://www.cia.gov/>
- [20] CIA - The World Factbook: 2003. Washington: CIA, 2003. ISSN 1553-8133. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>
- [21] CIA - The World Factbook: 2005. Washington: CIA, 2005. ISSN 1553-8133. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>
- [22] CIA - The World Factbook: 2006. Washington: CIA, 2006. ISSN 1553-8133. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>
- [23] CIA - The World Factbook: 2007. Washington: CIA, 2007. ISSN 1553-8133. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>
- [24] CIA - The World Factbook: 2008. Washington: CIA, 2008. ISSN 1553-8133. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>
- [25] DEVELOPMENT [online]. Berlin, 2011 [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: http://www.bmu.de/files/english/pdf/application/pdf/broschuere_ee_zahlen_en_bf.pdf
- [26] DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR. Offshore Wind: Startseite Offshore-Wind [online]. Berlin [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://www.offshore-wind.de/page/index.php?2565>
- [27] DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR. Renewables Made in Germany [online]. Berlin, © 2011 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.renewables-made-in-germany.com/en.html>

- [28] DEUTSCHE OFFSHORE-TESTFELD UND INFRASTRUKTUR GMBH & CO. KG. Alpha - Ventus [online]. [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://www.alpha-ventus.de/>
- [29] EKOWATT. EkoWATT: Centrum pro obnovitelné zdroje a úsporu energie [online]. © 2011 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/sluzby/energeticky-audit-fotovoltaiicke-elektrarny>
- [30] E.ON: Elektrická energie. E.ON [online]. [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: http://www.eon.cz/cs/info/el_power.shtml
- [31] E.ON. EnergiePlus+ úspory energie [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://eon.energieplus.cz/ekologicka-energie/vodni-energie/kde-se-vyrabi-ekologicka-energie-ve-vodnich-elektrarnach->
- [32] EURELECTRIC: Facts, Power Statistics & Trends - Facts Database. EURELECTRIC: Electricity for Europe [online]. © 2009 [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: <http://www.eurelectric.org/PowerStats2011/Facts.asp>
- [33] EUROPEAN COMMISSION. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: Energy Roadmap 2050 [online]. Brussels, 2011 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/doc/com_2011_8852_en.pdf
- [34] EUROPEAN COMMISSION. Europe 2020: targets [online]. 12.4.2012 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/targets_cs.pdf
- [35] EUROPEAN COMMISSION. Eurostat Home [online]. 2012 [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>
- [36] EVROPSKÁ KOMISE. SDĚLENÍ KOMISE EVROPA 2020: Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění [online]. Brusel, 3.3.2010 [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_CS_ACT_part1_v1.pdf
- [37] EVROPSKÁ KOMISE. ZPRÁVA KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ: Priority energetických infrastruktur do roku 2020 a na další období – návrh na integrovanou evropskou energetickou síť [online]. Brusel, 17.11.2010 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0677:FIN:CS:PDF>
- [38] EWEA. European Wind Energy Association: EWEA [online]. 2005 - 2011 [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.ewea.org/>
- [39] FAKTA O NĚMECKU [online]. Frankfurt am Main, © 2011 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: <http://www.tatsachen-ueber-deutschland.de/index.php?L=13>
- [40] FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, Nature Conservation and nuclear Safety. Development Renewable Energy Sources in Figures: National and International

[41] FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, Nature Conservation and Nuclear Safety. Development of renewable energy sources in Germany 2011 [online]. Berlin, 2012 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ee_in_deutschland_graf_tab_en.pdf

[42] GUENTER A MIKE WILFLING. Gaskraftmaschine - Stirling Motor [online]. © 2012 [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: <http://www.gaskraftmaschine.de/wb/pages/modelluebersicht/stirling-motor-alt.php>

[43] IEA. Energy Policies of IEA Countries: GERMANY 2007 Review [online]. Paris: OECD/IEA, © 2007 [cit. 2012-04-29]. ISBN 978-92-64-02223--2. Dostupné z: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/germany2007.pdf>

[44] IEA Energy Statistics: Electricity for World. IEA: International energy agency [online]. © 2011 [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=29

[45] IEA. Key world energy statistics: 2009 [online]. Paris: OECD/IEA, © 2009 [cit. 2012-04-22]. ISBN N/A. Dostupné z: http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/key_stats_2009.pdf

[46] MINISTERSTVO ZAHRANIČNÍCH VĚCÍ ČR: SZ ČR PŘI EVROPSKÉ UNII: Unie má novou strategii pro svou energetiku [online]. 10.11.2010 [cit. 2012-04-30]. Dostupné z: http://www.mzv.cz/representation_brussels/cz/udalosti_a_media/evropa_ma_novou_strategii_pro_svou.html

[47] MINISTERSTVO ZAHRANIČNÍCH VĚCÍ ČR. Velvyslanectví České republiky v Berlíně. Vývoj německého hospodářství. [online]. 27.08.2010 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: http://www.mzv.cz/berlin/cz/obchod_a_ekonomika/nemecka_ekonomika/vyvoj_nemeckeho_hospodarstvi_1.html

[48] NADŘEVO.CZ. Větrné elektrárny ~ Nadřevo.cz [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://nadrevo.blogspot.com/2009/11/vetrne-elektrarny.html>

[49] OECD factbook, 2005: economic, environmental and social statistics [online]. 2005th ed. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2005 [cit. 2012-05-10]. ISBN 978-926-4084-803. Dostupné z: http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2005_factbook-2005-en

[50] OECD Factbook 2008: Economic, Environmental and Social Statistics [online]. S.l: OECD Publishing, 2008 [cit. 2012-04-21]. ISBN 978-926-4046-368. Dostupné z: http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2008_factbook-2008-en

[51] OECD Factbook 2009: Economic, Environmental and Social Statistics [online]. S.l: OECD Publishing, 2009 [cit. 2012-04-19]. ISBN 978-926-4061-699. Dostupné z: http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2009_factbook-2009-en

[52] OECD. Factbook 2011-2012: Economic, Environmental and Social Statistics [online]. France, 7.12.2011 [cit. 2012-04-19]. ISBN 9789264124189. Dostupné z: http://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-factbook-2011-2012_factbook-2011-en

- [53] Peltonova turbína - Malé vodní elektrárny [online]. © 2012 [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.vodni-elektrarny.cz/peltonova-turbina>
- [54] SCIENCE WORLD.CZ: Novinky ze světa vědy a techniky: technologie, neživá příroda, člověk, biologie: Odklon Německa od jádra: děsivé náklady v bilionech eur [online]. 21.02.2012 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <http://scienceworld.cz/aktuality/odklon-nemecka-od-jadra-desive-naklady-v-bilionech-eur-6725>
- [55] STATISTISCHES BUNDESAMT. Startseite: Statistisches Bundesamt [online]. Wiesbaden, 2012 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <https://www.destatis.de/DE/Startseite.html>
- [56] STIRLINGŮV MOTOR. Stirlingův motor [online]. © 2010 - 2012 [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: <http://stirlingmotor.cz/index.html>
- [57] STREDNÁ PRIEMYSELNÁ ŠKOLA LEVICE. SPŠ Levice [online]. © 2010 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <http://www.spslevice.sk/>
- [58] STŘEDNÍ ŠKOLA ELEKTROTECHNICKÁ. Střední škola Elektrotechnická, Na jízdárně 30, Ostrava [online]. [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: http://sse-najizdarne.cz/fotogalerie/vyroba_el_en/jad_reak_vver.jpg
- [59] THE WORLD BANK. Germany: Data.. World Bank Group [online]. © 2012 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <http://data.worldbank.org/country/germany>
- [60] UMWELT BUNDES AMT. Steigen Sie ein: Das Umweltbundesamt: für Mensch und Umwelt [online]. © 2012 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: <http://www.umweltbundesamt.de>
- [61] UNITED NATIONS. World Population Prospects: The 2010 Revision [online]. New York: United Nations, © 2011 [cit. 2012-04-15]. Dostupné z: <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>
- [62] Úspory energie, izolace, zdravý životní styl, biopotraviny, ekologie | Nazeleno.cz [online]. © 2008 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/nove-zdroje-v-evrope-jednoznacne-vedou-vetrne-elektrarny.aspx>
- [63] ÚSTAV JADERNÉHO VÝZKUMU ŘEŽ. Czech Industry for ITER [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.czechforiter.cz/cz>
- [64] VLASTIMIL JOSEF. VODNÍ TURBÍNY [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.vodniturbiny.cz/index.php?linkid=05>
- [65] Vodní elektrárny [online]. © 2005 [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://www.elektrarny.xf.cz/kaplanova.php>
- [66] Výroba a přenos elektrické energie [online]. [cit. 2012-04-28]. Dostupné z: <http://vyuka.ic.cz/elektrina-vyroba/index.htm>
- [67] WELTENERGIERAT – DEUTSCHLAND E.V. Energy for Germany 2011 [online]. Berlin, 2011 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: http://www.worldenergy.org/documents/efd_2011__english.pdf

[68] WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. World Nuclear Association [online]. [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://world-nuclear.org>

[69] EUROPEAN COMMISSION, Directorate-General for Energy. EU energy trends to 2030: update 2009 [online]. Manuscript completed on 4 august 2010. Luxembourg: Publ. Office of the European Union, 2010 [cit. 2012-05-11]. ISBN 978-927-9161-919. Dostupné z: http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/doc/trends_to_2030_update_2009.pdf

[70] Nuclear Energy Institute: World Statistics. NEI. Nuclear Energy Institute: Clean-Air Energy [online]. Washington, 2012 [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: http://www.nei.org/resourcesandstats/nuclear_statistics/worldstatistics/

Seznam zkratk

CO ₂	oxid uhličitý
EU	Evropská unie
EUR	euro
GJ	gigajoule
GDP	hrubý domácí produkt (gross domestic product)
JE	jaderná elektrárna
J	joule
kWh	kilowatthodina
MW	megawatt
OZ	obnovitelné zdroje
TWh	terawatthodina
tnp	tuna měrného paliva
USA	Spojené státy americké
UKR	Ukrajina
WWER	Water-Water Power Reactor

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, bakalářskou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 11. května 2012

.....
Václav Kopin